Seção 6

Testes e Solução de Problemas

Esta seção contém as diretrizes para determinar e estabelecer as rotinas de teste do Relé SEL-421. Siga os métodos padronizados de sua empresa para escolher as filosofias, métodos e ferramentas de teste. O relé incorpora a função de autoteste para auxiliar na diagnose de problemas que possam ocorrer. A subseção *Solução de Problemas do Relé na página U.6.43* contém uma tabela de referência rápida para problemas comuns de operação do relé.

Os tópicos, testes e os procedimentos para solução de problemas apresentados nesta seção incluem o seguinte:

O SEL-421 é calibrado na fábrica; esta seção não contém informações sobre calibração. Se houver suspeita de que o relé está fora de calibração, contate o Suporte Técnico da SEL.

Filosofia de Testes

Os testes de um relé de proteção consistem, geralmente, de três categorias: testes de aceitação, testes de comissionamento e testes de manutenção. As categorias diferem em relação à complexidade dos testes e de acordo com o momento, no ciclo de vida do relé, em que essas atividades são realizadas.

Cada categoria de testes inclui detalhes particulares relacionados ao período em que o teste deve ser executado, objetivos dos testes nesta ocasião e funções do relé que devem ser testadas. Estas informações constituem um guia para testar o SEL-421; certifique-se de estar seguindo os métodos padronizados de sua empresa para testar o relé.

Testes de Aceitação

A SEL efetua testes detalhados de aceitação em todos os novos modelos e versões do relé. Ela está certa de que o Relé SEL-421 que lhe foi entregue atende às especificações que foram publicadas. Mesmo assim, você pode efetuar os testes de aceitação de um novo modelo do relé para ficar familiarizado com a teoria de operação e ajustes do mesmo; essa familiaridade é de grande utilidade para que a aplicação do relé seja precisa e correta. Um sumário com as diretrizes dos testes de aceitação está apresentado na *Tabela 6.1*.

Tabela 6.1 Testes de Aceitação

Detalhes	Descrição
Quando	Testar quando o modelo do relé for qualificado para ser usado no sistema da empresa.
Objetivos	a) Confirmar se o relé atende às especificações importantes referentes à performance que foram publicadas, tais como velocidade de operação e precisão dos elementos.
	b) Confirmar se o relé atende aos requisitos da aplicação em que será utilizado.
	c) Familiarizar-se com os ajustes e recursos do relé.
Testes	Testar todos os elementos de proteção e funções lógicas que são críticas para a aplicação em que o relé será utilizado.

Testes de Comissionamento

A SEL efetua verificação funcional e calibração completa de cada SEL-421 antes que ele seja despachado, o que garante o recebimento de um relé que opere correta e precisamente. Você deve efetuar os testes de comissionamento para verificar se o relé está conectado corretamente ao sistema de potência e a todos os equipamentos auxiliares. Confira as entradas e saídas dos sinais de controle. Verifique as entradas auxiliares do disjuntor, as entradas de controle do SCADA e as saídas de monitoramento. Use um equipamento de teste com conexões ac para confirmar se as entradas de corrente e tensão do relé estão com magnitude e rotação de fases apropriadas.

Testes rápidos e sucintos com simulação de faltas confirmam se os ajustes e as lógicas dos esquemas de proteção do relé estão corretos. Não é necessário que sejam testados todos os elementos, temporizadores e funções do relé nesses testes.

No comissionamento, use o comando **METER** do relé para verificar a magnitude e a rotação de fases das correntes e tensões ac (consulte *Examining Metering Quantities na página U.4.35*).

Use o comando **PUL** para pulsar a operação das saídas de controle do relé. Use o comando **TAR** para visualizar as sinalizações do relé e verificar se as entradas de controle estão operacionais. Use **TEST FM, TEST DNP** e **TEST DB** para verificar as interfaces do SCADA. (Consulte ***TEST DB** na página R.9.50* para obter informações sobre esses comandos do relé.)

A *Tabela 6.2* relaciona as diretrizes dos testes de comissionamento. Para obter mais informações sobre esses testes, consulte *Verificação da Operação do Relé na página U.6.26*.

Tabela 6.2 Testes de Comissionamento

Detalhes	Descrição
Quando	Testar quando da instalação de um novo sistema de proteção.
Objetivos	a) Validar todas as conexões dos sistemas ac e dc.
	b) Confirmar se o relé está funcionando de acordo com o esperado, usando os ajustes de sua aplicação.
	c) Verificar se todos os equipamentos auxiliares operam conforme esperado.
	d) Verificar a interface com o SCADA.
Testes	Testar todas as entradas e saídas conectadas/monitoradas e a polaridade e rotação de fases das conexões ac. Efetuar verificações simples dos elementos de proteção. Testar as interfaces da comunicação.

Testes de Manutenção

O SEL-421 utiliza rotinas de autodiagnose abrangentes e possui funções detalhadas de medição e emissão de relatórios dos eventos. Estes recursos diminuem a dependência do cliente dos testes de manutenção de rotina. Quando for necessário efetuar testes de manutenção, siga as recomendações da *Tabela 6.3*.

Tabela 6.3 Testes de Manutenção

Detalhes	Descrição
Quando	Testar em intervalos de tempo programados ou quando houver indicação de um problema no relé ou no sistema de potência.
Objetivos	a) Confirmar se o relé está medindo as grandezas ac com precisão.
	b) Verificar se os elementos de proteção e as lógicas dos esquemas estão funcionando corretamente.
	c) Verificar se os equipamentos auxiliares estão funcionando corretamente.
Testes	Testar todas as funções do relé/componentes do sistema de potência que não tenham operado durante uma falta real ocorrida dentro do último intervalo de manutenção.

Use as funções dos relatórios do SEL-421como ferramentas de manutenção. Periodicamente, compare a saída do comando **METER** do relé com as leituras de outros medidores da linha para verificar que se o relé está efetuando medições corretas e precisas das correntes e tensões. Use, por exemplo, o monitor do disjuntor para detectar operações lentas dos contatos auxiliares do disjuntor, bem como a elevação ou variação dos tempos de operação dos pólos do disjuntor. Para obter detalhes sobre essas funções, consulte *Circuit Breaker Monitor na página A.2.2*.

Em cada ocorrência de falta, a aplicação do relé e o sistema de proteção são testados. Analise detalhadamente os relatórios de evento do relé após cada falta para determinar as áreas que necessitam de atenção. Use os dados das correntes, tensões e elementos do relé registrados no relatório de evento para determinar se os elementos de proteção do

relé e os canais de comunicação estão operando corretamente. Utilize os dados das entradas e saídas dos relatórios de evento para determinar se o relé está ativando as saídas nos instantes corretos e se os equipamentos auxiliares estão operando corretamente.

Em cada intervalo de manutenção, os únicos itens que precisam ser testados são aqueles que não operaram (durante condições de falta e de outra forma) durante o último intervalo de manutenção. O fundamento desta filosofia de testes é simples: “Se o relé estiver ajustado e conectado corretamente, estiver efetuando medições corretas do sistema de potência e nenhuma autodiagnose do mesmo falhou, não há razão para testá-lo”.

O SEL-421 é baseado na tecnologia de microprocessadores; as características internas de processamento do relé não se alteram ao longo do tempo. Por exemplo, se houver alteração nos tempos de operação do elemento de sobrecorrente temporizado, essas mudanças ocorrem devido às alterações nos ajustes do relé e/ou diferenças nos sinais aplicados ao relé. Não é necessário verificar as características de operação dos elementos do relé como parte das verificações nas manutenções.

A SEL recomenda que os testes de manutenção nos relés SEL sejam limitados de acordo com as instruções fornecidas na *Tabela 6.3*. Dessa forma, será gasto menos tempo verificando as operações do relé que funcionam corretamente; o tempo economizado pode ser utilizado para analisar os dados dos eventos e testar, de forma abrangente, os sistemas que estejam precisando de mais atenção.

Recursos e Ferramentas de Teste

O SEL-421 possui os seguintes recursos para auxiliar nos testes do relé:

- Medição
- Oscilografia de alta resolução
- Relatórios de evento
- Relatórios do sumário do evento
- Relatórios do SER (“*Sequential Events Recorder*” – Registrador Seqüencial de Eventos)

Alguns comandos do relé são de grande utilidade para confirmar a operação do mesmo. Os comandos mostrados a seguir, por exemplo, auxiliam nos testes do relé:

- **TAR**
- **PUL**
- **TEST DB**
- **TEST FM**
- **TEST DNP**

Além disso, o SEL-421 incorpora uma interface para testes com valores de nível baixo, através da qual a conexão entre os transformadores de entrada do relé e o módulo de processamento das entradas pode ser interrompida. Use a interface para testes com valores de nível baixo para aplicar grandezas de teste com escalas reduzidas a partir do Sistema de Testes de Relés SEL-4000 (“*SEL-4000 Relay Test System*”); não é necessário o uso de grandes amplificadores de potência para efetuar os testes do relé.

Recursos para Testes

Medição

Os dados de medição mostram as correntes e tensões ac (magnitude e ângulo de fase) conectadas ao relé em valores primários. Além disso, a medição exibe diversas outras grandezas incluindo a freqüência do sistema de potência (FREQ) e a tensão de entrada para os monitores das baterias dc da subestação (Vdc1 e Vdc2). Compare essas grandezas com as de outros dispositivos conhecidos e considerados precisos. Os dados de medição são disponibilizados nas portas seriais, a partir da HMI (Interface Homem-Máquina – IHM) do software ACSELERATOR® SEL-5030 e através do menu METER no LCD do painel frontal. Consulte ***MET*** *na página R.9.27*, ***METER*** *na página U.5.16*, *HMI Meter and Control na página U.3.23* e *Examining Metering Quantities na página U.4.35* para mais informações.

Oscilografia de Alta Resolução

O SEL-421 capta uma visão instantânea (“*snapshot*”) dos dados não filtrados do sistema de potência para cada trip ou disparo de evento. O relé faz uma amostragem dos dados do sistema de potência a taxas de amostragem elevadas que vão de 1 kHz a 8 kHz. Pode ser usado o software “*SEL-5601 Analytic Assistant*” ou outro programa de visualização COMTRADE para exportar e visualizar esses dados brutos no formato de arquivo COMTRADE binário. Use a oscilografia de alta resolução para capturar transitórios rápidos do sistema de potência ou para analisar anormalidades de baixa freqüência no sistema de potência. Consulte *Raw Data Oscillography na página A.3.8* para mais informações.

NOTA: As entradas de controle são amostradas 16 vezes por ciclo e os dados binários brutos (antes do condicionamento via temporizador de *debounce*) são disponibilizados em oscilografia de alta resolução – ver *Figura 3.1 na página A.3.3*. As identificações dos dados COMTRADE para os dados brutos das entradas de controle são IN101-IN107 e, opcionalmente, IN201-IN2nn, IN301-IN3nn, onde nn = 01-08 ou 01-24.

Relatórios de Evento

O relé gera também um relatório de evento com grandezas filtradas em resposta às faltas ou perturbações. Cada relatório de evento contém informações de corrente e tensão, estados dos elementos, entradas e saídas de controle do relé. Se houver dúvidas em relação à resposta do relé ou ao método de testes que está sendo usado, use o relatório de evento para obter informações sobre as grandezas de operação que o relé usou no disparo do evento. O relé fornece telas de oscilografia dos dados filtrados do relatório de evento, as quais representam uma ferramenta visual para testar as grandezas de operação do relé. Use as portas seriais e o ACSELERATOR para visualizar os relatórios de evento. Consulte *Event Reports, Event Summaries, and Event Histories na página A.3.12* para ver uma abordagem completa dos relatórios de evento.

NOTA: As entradas de controle são amostradas 16 vezes por ciclo e em seguida condicionadas por um temporizador de *debounce*. Os *Relay Word bits* resultantes são atualizados 8 vezes por ciclo e são disponibilizados nos arquivos do relatório de evento padrão - ver *Figura 3.1 na página A.3.3*.

Relatórios do Sumário do Evento

O relé gera um sumário do evento para cada relatório de evento; use esses sumários dos eventos para verificar, de forma rápida, se o relé está operando corretamente. Com esses sumários dos eventos, é possível comparar rapidamente os ângulos e as magnitudes registradas da corrente e tensão de falta com a localização e o tipo de falta registrados. Se houver dúvidas em relação à resposta do relé ou ao método de testes usado, o relatório de evento completo e a oscilografia de alta resolução podem ser obtidos para uma análise mais detalhada. Consulte *Event Summary na página A.3.28* para mais informações sobre o sumário do evento.

Relatórios do SER

O relé fornece um relatório do Registrador Seqüencial de Eventos (SER) que registra as alterações nos elementos, entradas e saídas de controle do relé. Use o SER para verificar as atuações de *pickup* e *dropout* de qualquer elemento do relé. Para obter informações completas sobre o SER, consulte *SER (Sequential Events Recorder) na página A.3.34*.

Comandos de Teste

Comando TAR

Use o comando **TAR** para visualizar o estado das entradas e saídas de controle do relé, e dos elementos do relé, individualmente, durante um teste. As sinalizações do relé podem ser visualizadas nas portas seriais e a partir do LCD do painel frontal (consulte ***TARGET*** *na página R.9.48* e *Operation and Target LEDs na página U.5.36*).

Comando PUL

Use o comando **PUL** para testar os circuitos das saídas de controle. A saída especificada fecha se estiver aberta ou abre se estiver fechada. O comando **PUL** pode ser usado nas portas seriais, na HMI do ACSELERATOR e a partir do LCD do painel frontal (consulte ***PULSE*** *na página R.9.35, HMI Meter and Control na página U.3.23* e *Operation and Target LEDs na página U.5.36*).

Comando TEST DB

Use o comando **TEST DB** para testar o banco de dados do relé no cartão de comunicação. O comando **TEST DB** pode ser usado para sobrescrever qualquer valor do banco de dados do relé. Uma vez que o banco de dados do relé fornece os dados para as interfaces do cartão de comunicação, o comando **TEST DB** pode também ser usado para testar as operações de leitura dos dados dos protocolos DNP3 ou UCA2 no Processador Ethernet SEL-2701 instalado. Use o comando **MAP 1** e o comando **VIEW1** para inspecionar o banco de dados do relé (consulte ***MAP** na página R.9.26*). É necessário estar familiarizado com a estrutura do banco de dados do relé para usar o comando **TEST DB** de forma efetiva; consulte *Communications Card Database na página R.4.6* para mais informações.

Comando TEST DNP

Use o comando **TEST DNP** para testar a interface serial DNP3. Os valores que são introduzidos no mapa DNP3 são valores sobrescritos. Use o comando **TEST DNP** para escrever os valores sobrescritos no mapa serial DNP3. O comando **TEST DNP** não interfere nos dados da interface DNP3 do Ethernet SEL-2701. Para mais informações sobre o DNP3 serial e o SEL-421, consulte *DNP3 Communications na página R.6.1*.

Comando TEST FM

Use o comando **TEST FM** para sobrescrever as grandezas normais do Fast Meter para atender aos propósitos de teste. Somente os valores (correntes e tensões por fase) do Fast Meter "reportados" podem ser sobrescritos. Os valores do Fast Meter que o relé deriva dos valores reportados não podem ser testados diretamente (potência, componentes de seqüência, e assim por diante). Para mais informações sobre o Fast Meter e o SEL-421, consulte *SEL Communications Protocols na página R.5.1*.

Interface para Testes com Valores de Nível Baixo

O SEL-421 possui uma interface para testes com valores de nível baixo entre o módulo de entrada calibrado e o módulo de processamento. O relé pode ser verificado de duas formas: usando o teste da injeção no secundário ou aplicando sinais de tensão ac de baixa magnitude à interface para testes com valores de nível baixo.

Conexão

A placa do circuito superior é a placa principal do relé e a placa do circuito inferior é a placa do módulo de entrada. No lado direito da placa principal do relé (a placa superior) está o módulo de processamento. A entrada do módulo de processamento é o conector multipin J20, a conexão da interface para testes com valores de nível baixo ou similar. O receptáculo J20 está no lado direito da placa principal; para o diagrama de localização, consulte a *Figura 2.18*.



Os componentes destes equipamentos são sensíveis à Descarga Eletrostática (ESD). Danos permanentes não detectáveis podem ocorrer se você não estiver adotando os procedimentos apropriados para ESD. Aterre a si mesmo, a superfície de trabalho e os equipamentos antes de remover qualquer tampa dos mesmos. Se a sua empresa não for equipada para trabalhar com esses componentes, contate a SEL a respeito da devolução desses dispositivos e equipamentos da SEL relacionados ao serviço.

A *Figura 6.1* mostra as conexões da interface para valores de nível baixo. Observe os níveis de tensão e corrente nominais e os fatores de escala, relacionados na *Figura 6.1*, que podem ser aplicados ao relé. Nunca aplique sinais de tensão maiores do que o sinal senoidal de 6.6 V_{P-P} (2.33 Vrms) à interface para testes com valores de nível baixo.

Para usar a interface para testes com valores de nível baixo, efetue as seguintes etapas:

Etapa 1. Remova todos os cabos conectados às portas seriais do painel frontal.

Etapa 2. Solte os quatro parafusos do painel frontal (eles permanecem presos ao painel frontal); em seguida, remova o painel frontal do relé.

Etapa 3. Remova o cabo de conexão 34-pin do painel frontal; para isso, afaste as alças de extração do conector.

Etapa 4. Remova o cabo de conexão do receptáculo J20 da placa principal.

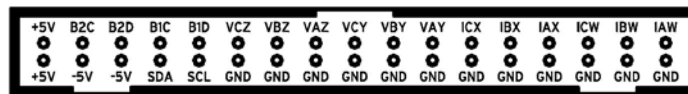
Etapa 5. Substitua o cabo de teste pelos sinais especificados na *Figura 6.1*.

Etapa 6. Reconecte os cabos removidos na *Etapa 4* e recoloque a tampa do painel frontal do relé.

Etapa 7. Recoloque todos os cabos previamente conectados às portas seriais do painel frontal.

Relé SEL-421

Interface para Testes com Valores de Nível Baixo



Saída do Módulo de Entrada (J3): 66.6 mV para Corrente Nominal (1 A ou 5 A).
446 mV para Tensão Nominal (67 V_{LN}).

Entrada do Módulo de Processamento (J20): 6.6 V_{P-P} Máxima.

Patente U.S. 5,479,315.

Figura 6.1 Interface para Testes com Valores de Nível Baixo

Testes do Módulo de Processamento da Placa Principal

Use sinais do Sistema de Teste de Relés com Valores de Nível Baixo SEL-4000 ("*SEL-4000 Low-Level Relay Test System*") para testar o módulo de processamento do relé. Aplique sinais apropriados ao conector J20 da interface para testes com valores de nível baixo a partir do Sistema de Testes de Relés SEL-4000 (ver *Figura 6.1*). Esses sinais simulam as condições do sistema de potência, levando em consideração a escala das relações dos TPs e TCs. Use a medição do relé para determinar se as correntes e tensões de teste aplicadas geram grandezas adequadas para operação do relé.

As entradas do Banco de Dados UUT para o SEL-421 no software "*SEL-5401 Relay Test System*" estão mostradas na *Tabela 6.4* e *Tabela 6.5*.

Tabela 6.4 Entradas do Banco de Dados UUT para o Software "*SEL-5401 Relay Test System*" – Relé de 5 A

	Identificação	Fator de Escala	Unidade
1	IAW	75	A
2	IBW	75	A
3	ICW	75	A
4	IAX	75	A
5	IBX	75	A
6	ICX	75	A
7	VAY	150	V
8	VBY	150	V
9	VCY	150	V
10	VAZ	150	V
11	VBZ	150	V
12	VCZ	150	V

Tabela 6.5 Entradas do Banco de Dados UUT para o Software "*SEL-5401 Relay Test System*" – Relé de 1 A

	Identificação	Fator de Escala	Unidade
1	IAW	15	A
2	IBW	15	A
3	ICW	15	A
4	IAX	15	A
5	IBX	15	A
6	ICX	15	A
7	VAY	150	V
8	VBY	150	V
9	VCY	150	V
10	VAZ	150	V
11	VBZ	150	V
12	VCZ	150	V

Conexões para Teste do Relé

O SEL-421 é uma ferramenta flexível que pode ser usada para implementar diversos esquemas de proteção e controle. Embora o relé possa ser conectado ao sistema de potência de diversas formas, as conexões básicas das fontes de teste para testes de bancada ajudam a modelar e compreender esquemas de conexão mais complexos para testes de aplicação do relé.

NOTA: Os procedimentos especificados nesta subseção são somente para testes iniciais do relé. Siga a filosofia de sua empresa para conectar o relé ao sistema de potência.

Configurações dos Testes

Conexões das Fontes de Teste

Para cada teste dos elementos do relé, você deve aplicar sinais de corrente e tensão ac ao relé. O texto e as figuras desta subseção descrevem as conexões das fontes de teste necessárias nas verificações dos elementos de proteção do relé. Essas conexões podem ser usadas para testar os elementos de proteção e simular todos os tipos de falta.

Conexões para Três Fontes de Tensão e Três Fontes de Corrente

A *Figura 6.2* mostra as conexões a serem usadas quando houver disponibilidade de três fontes de tensão e três fontes de corrente.

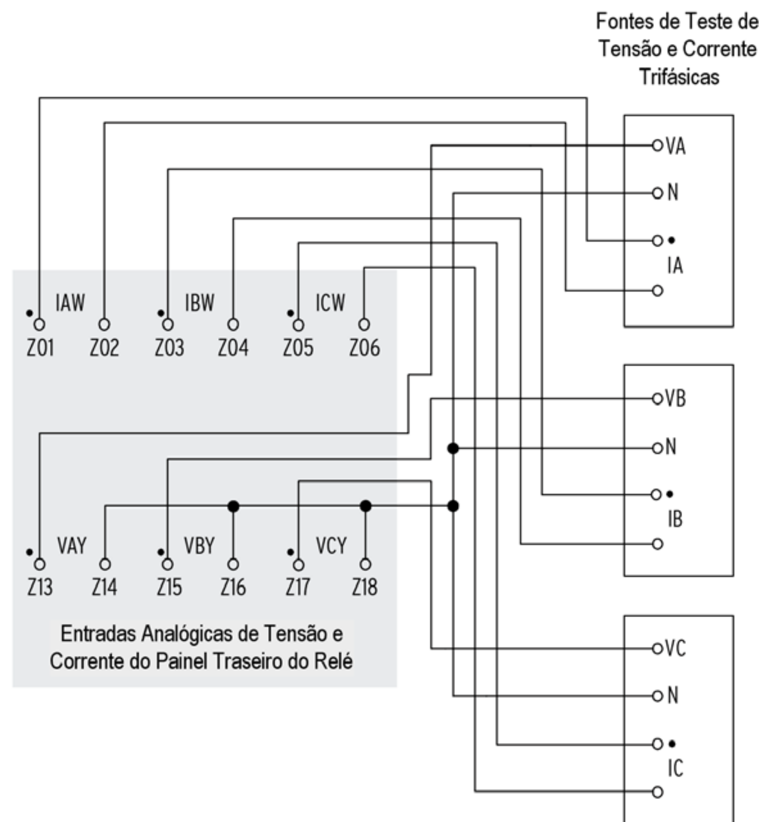


Figura 6.2 Conexões para Teste Usando Três Fontes de Tensão e Três Fontes de Corrente

Conexões para Três Fontes de Tensão e Duas Fontes de Corrente

A *Figura 6.3* e a *Figura 6.4* mostram as conexões a serem usadas quando houver disponibilidade de três fontes de tensão e duas fontes de corrente. As conexões mostradas na *Figura 6.3* podem ser usadas para simular faltas fase-fase, fase-terra e fase-fase-terra. Use as conexões mostradas na *Figura 6.4* para simular faltas trifásicas.

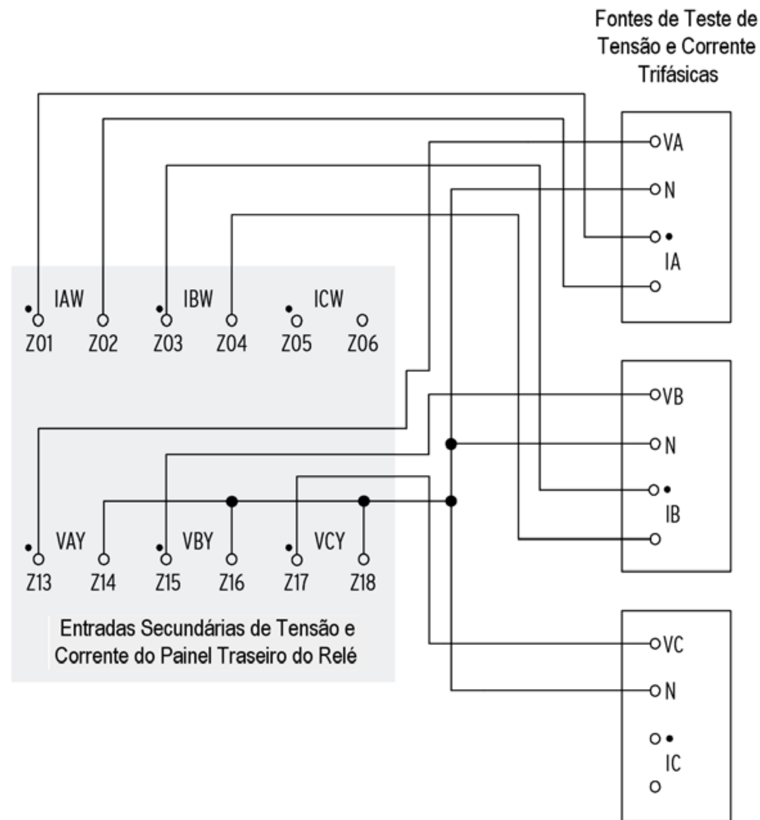


Figura 6.3 Conexões para Teste Usando Duas Fontes de Corrente para Faltas Fase-Fase, Fase-Terra e Fase-Fase-Terra

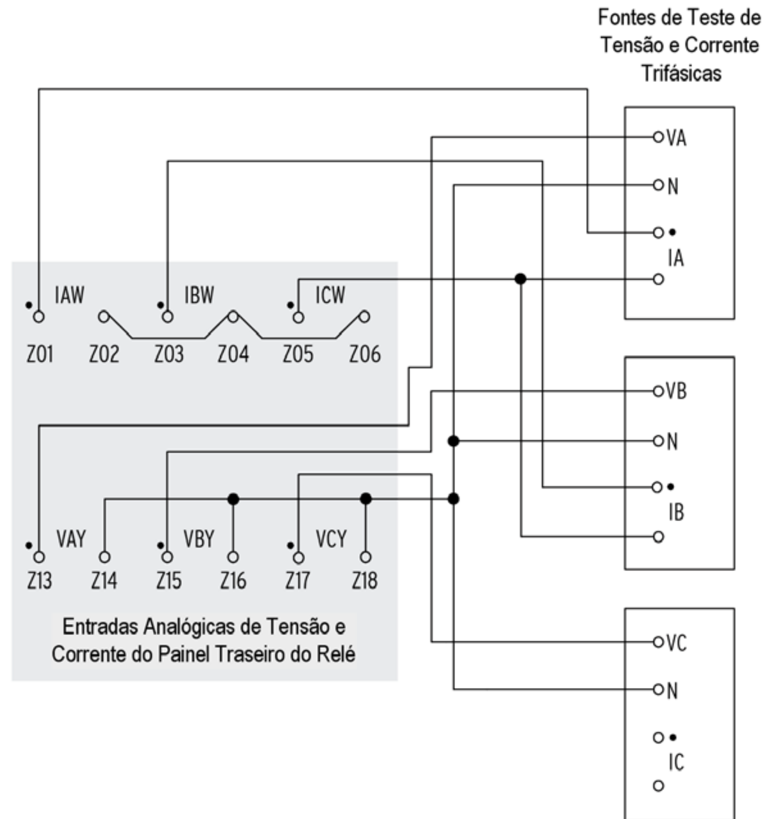


Figura 6.4 Conexões para Teste Usando Duas Fontes de Corrente para Faltas Trifásicas

Conexões para Três Fontes de Tensão e Uma Fonte de Corrente

A *Figura 6.5* e a *Figura 6.6* mostram as conexões a serem usadas quando houver disponibilidade de três fontes de tensão e uma fonte de corrente. As conexões mostradas na *Figura 6.5* podem ser usadas para simular faltas fase-terra. Use as conexões mostradas na *Figura 6.6* para simular faltas fase-fase.

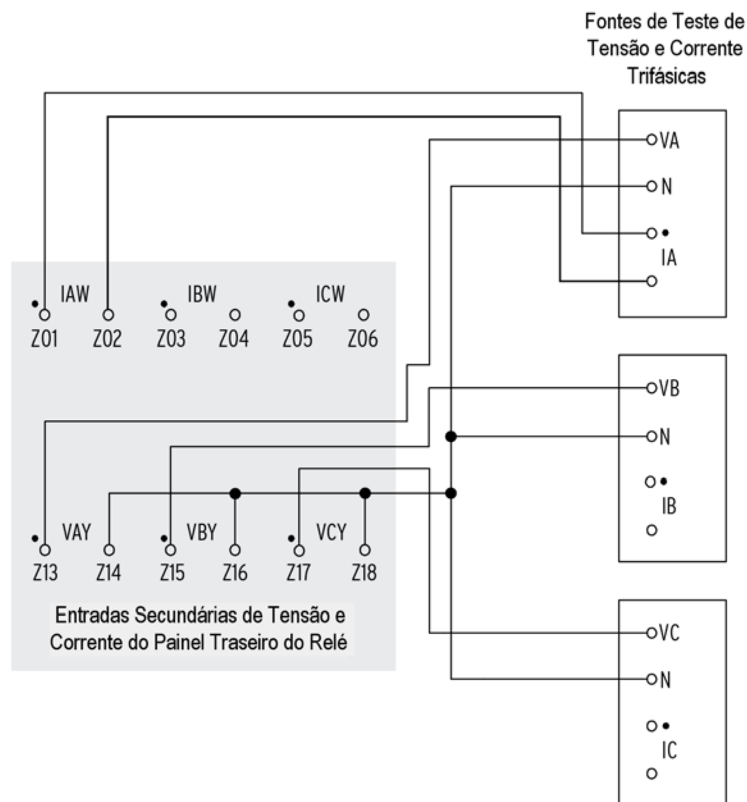


Figura 6.5 Conexões para Teste Usando Uma Fonte de Corrente para Falta Fase-Terra

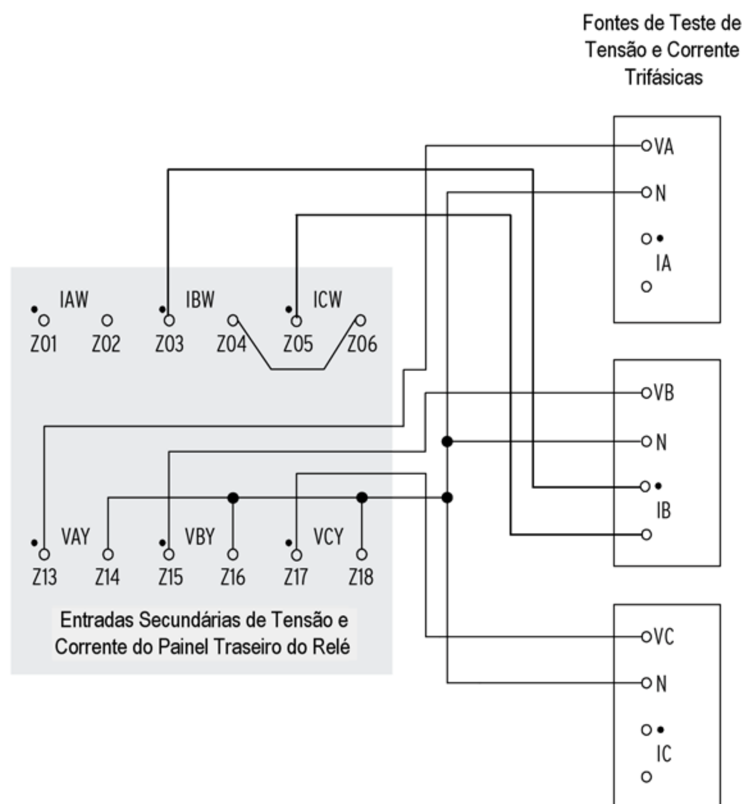


Figura 6.6 Conexões para Teste Usando Uma Fonte de Corrente para Falta Fase-Fase

Métodos de Teste

Use os seguintes métodos para testar os valores de *pickup* e *dropout* dos elementos do relé e outras funções do relé:

- Indicações das sinalizações (*pickup*/*dropout* do elemento)
- Fechamento das saídas de controle
- Relatórios do SER

Os testes e procedimentos apresentados nas subseções seguintes são para relés de 5 A. Para relés de 1 A, os valores devem ser escalonados de forma apropriada.

Uma vez que tenha sido efetuado o teste completo, os ajustes do relé que foram modificados para os testes devem retornar aos valores default ou operacionais.

Testes Através dos Indicadores das Sinalizações

Use o comando **TAR** das portas de comunicação ou o painel frontal para exibir o estado dos elementos, entradas e saídas de controle do relé. A visualização de mudanças no estado do elemento (“*Relay Word bit*”) do relé é uma maneira adequada de verificar os ajustes de *pickup* que foram parametrizados para os elementos de proteção.

Visualize os Elementos do Relé Através do Terminal Serial

O procedimento indicado nas etapas seguintes mostra como visualizar uma mudança no estado do elemento de Sobrecorrente Instantâneo de Fase 50P1 a partir das portas de comunicação. Use os valores default de fábrica para o nível de *pickup* (ver *Tabela 6.6*). Para mais informações sobre os elementos 50P, consulte *Instantaneous Line Overcurrent Elements na página R.1.73*.

Tabela 6.6 Valor de *Pickup* do Elemento de Sobrecorrente Instantâneo de Fase

Ajuste	Descrição	Default (5 A)
50P1P	*Pickup* do Nível 1 (OFF, 0.25 – 100 amperes secundários)	10.00

Para este procedimento, é necessário ter um terminal serial ou um computador com software para emulação em terminal, e uma fonte de corrente variável para testar o relé.

Este exemplo considera que foram estabelecidas comunicações com sucesso com o relé (consulte *Making an EIA-232 Serial Port Connection na página U.4.7*). Além disso, é necessário estar familiarizado com os *passwords* e níveis de acesso do relé (consulte *Changing the Default Passwords na página U.4.9* para alterar os *passwords* default dos níveis de acesso e entrar nos níveis de acesso superiores do relé).

Etapa 1. Digite **ACC <Enter>** no terminal de comunicação.

Etapa 2. Digite o *password* do Nível de Acesso 1 e pressione **<Enter>**.

Vai aparecer o prompt => do Nível de Acesso 1.

Etapa 3. Conecte uma fonte de teste ao relé.

a. Ajuste a saída de corrente da fonte de teste no nível de saída zero.

b. Conecte uma saída de corrente monofásica da fonte de teste à entrada analógica IAW (ver *Figura 6.5* e *Section 2: Installation*).

Etapa 4. Digite **TAR 50P1 <Enter>** para visualizar o estado inicial do elemento.

O relé retorna à tela de sinalização do terminal similar a da *Figura 6.7*.

```
=>TAR 50P1 <Enter>

50P1  50P2  50P3  50P4  67P1  67P2  67P3  67P4

0     0     0     0     0     0     0     0
=>
```

Figura 6.7 Amostra da Tela de Sinalização Exibida no Terminal Serial

Etapa 5. Visualize a mudança no estado do elemento.

a. Digite **TAR 50P1 1000 <Enter>** (este comando faz com que o relé repita 1000 vezes o comando TAR 50P1).

b. Aumente a fonte de corrente para gerar uma magnitude de corrente maior do que 10.00 A secundários no relé. Observe a mudança no estado do elemento 50P1 para 1 quando a corrente de entrada exceder o valor limite do ajuste de 50P1P.

c. Digite **<Ctrl+X>** para que o relé interrompa a exibição da tela de sinalização antes do término das 1000 repetições das sinalizações.

Visualize os Elementos do Relé Através do LCD do Painel Frontal

O display do painel frontal e os botões de pressão de navegação podem ser usados para verificar os elementos ("*Relay Word bits*") do relé. Consulte *Section 5: Front-Panel Operations* para mais informações sobre o uso do painel frontal do relé.

Este procedimento usa o elemento de Sobrecorrente Instantâneo de Fase 50P1. Use os valores default de fábrica para o nível de *pickup* (ver *Tabela 6.6*). Para mais informações sobre os elementos 50P, consulte *Instantaneous Line Overcurrent Elements na página R.1.73*.

Etapa 1. Exibir o MAIN MENU (MENU PRINCIPAL).

Se o LCD do relé estiver no modo de DISPLAY ROTATIVO, pressione o botão de pressão **{ENT}** para exibir o MAIN MENU similar ao da *Figura 6.8*.

Etapa 2. Pressione o botão de pressão de navegação **{DOWN ARROW}** (SETA PARA BAIXO) para selecionar o item de ação RELAY ELEMENTS (ELEMENTOS DO RELÉ) (ver a primeira tela da *Figura 6.8*).

Etapa 3. Pressione o botão de pressão **{ENT}**.

Vai aparecer a tela RELAY ELEMENTS (a segunda tela da *Figura 6.8)*.

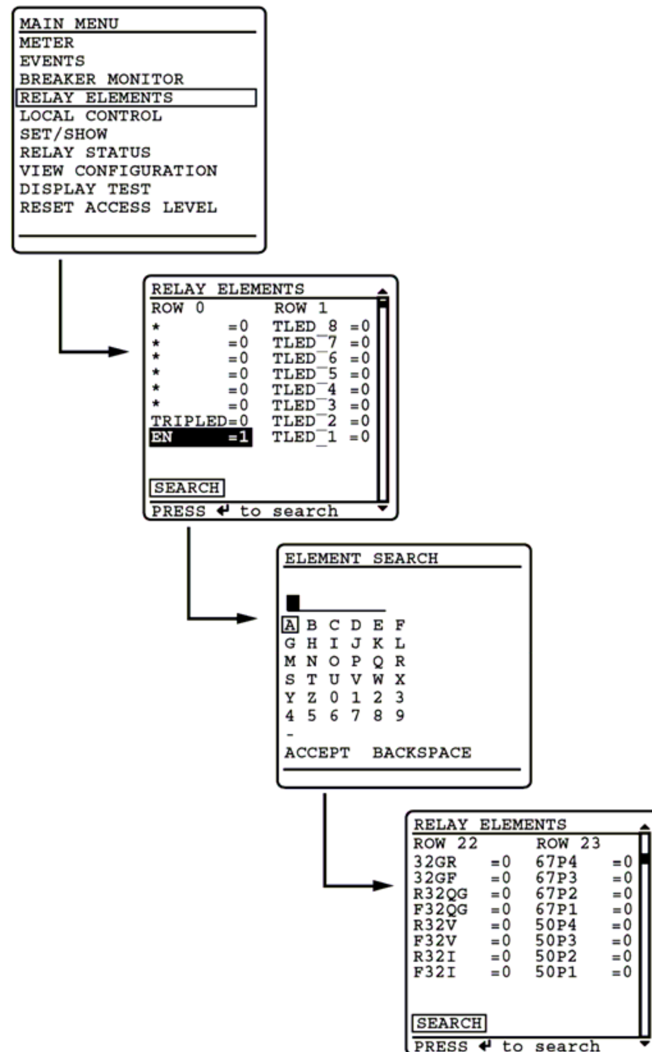


Figura 6.8 Visualização dos "*Relay Word bits*" a Partir do LCD do Painel Frontal

Etapa 4. Exibir o *Relay Word bit* 50P1 na tela do LCD do painel frontal.

a. Pressione **{ENT}** para ir para o submenu ELEMENT SEARCH (PROCURA DO ELEMENTO) da *Figura 6.8*.

b. Use as teclas de navegação para selecionar 5 e então pressione **{ENT}** para introduzir o caractere 5 no campo de entrada de texto.

c. Introduza os caracteres 0, P e 1 da mesma maneira.

d. Selecione ACCEPT (ACEITAR) e pressione **{ENT}.**

O relé vai exibir a tela do LCD contendo o elemento 50P1, conforme mostrado na última tela da *Figura 6.8*.

Etapa 5. Conecte uma fonte de teste ao relé.

a. Ajuste a saída de corrente da fonte de teste no nível de saída zero.

b. Conecte uma saída de corrente monofásica da fonte de teste à entrada analógica IAW (ver *Figura 6.5* e *Secondary Circuits na página U.2.5*).

Etapa 6. Visualize a mudança no status da sinalização.

a. Aumente a fonte de corrente para gerar uma magnitude de corrente maior do que 10.00 A secundários no relé.

b. Observe a sinalização de 50P1 no display do painel frontal.

Observe a mudança no estado do elemento 50P1 para 1 quando a entrada de corrente exceder o valor limite do ajuste de 50P1P.

Etapa 7. Pressione **{ESC}** para retornar ao MAIN MENU.

Visualize os Elementos do Relé Através do LED do Painel Frontal

O procedimento indicado nas etapas seguintes mostra como usar o LED do painel frontal para visualizar uma mudança de estado do elemento de Sobrecorrente Instantâneo de Fase 50P1. Use os valores default de fábrica para o nível de *pickup* (ver *Tabela 6.6*). Para mais informações sobre os elementos 50P, consulte *Instantaneous Line Overcurrent Elements na página R.1.73*.

Neste exemplo, use o ACSELERATOR para configurar o relé. É necessário que o computador esteja se comunicando com o SEL-421 e operando o ACSELERATOR (ver *Making Settings Changes: Initial Global Settings na página U.4.20*). Além disso, é necessária uma fonte de corrente variável apropriada para testar o relé.

Etapa 1. Prepare para controlar o relé via ACSELERATOR, estabelecendo as comunicações, verificando os *passwords* e lendo os ajustes do relé (ver *Making Settings Changes: Initial Global Settings na página U.4.20*).

Etapa 2. Defina a equação de controle SELOGIC dos LEDs dos botões de pressão.

a. Expandir as ramificações da opção **Front Panel** na tela da opção **Settings** e clicar em **Pushbuttons** (ver *Figura 6.9*).

O ACSELERATOR vai exibir a caixa de diálogo **Pushbuttons** similar a da *Figura 6.9*.

b. Clique na caixa de texto **PB4_LED** e digite **50P1**.

c. Dê Tab ou clique em qualquer outra caixa de texto.

O ACSELERATOR verifica a validade do ajuste.

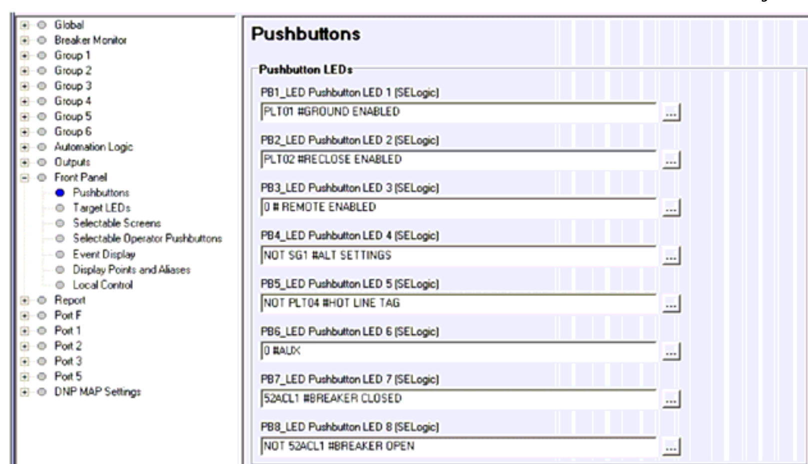


Figura 6.9 Ajustando a Resposta dos LEDs dos Botões de Pressão: ACSELERATOR

Etapa 3. Clique em **File** > **Save** para salvar estes novos ajustes no ACSELERATOR.

Etapa 4. Transfira os novos ajustes para o SEL-421.

a. Clique em **File** > **Send**.

O ACSELERATOR permite que você selecione a classe de ajustes que deseja enviar para o relé, conforme mostrado na caixa de diálogo **Group Select** da *Figura 6.10*.

b. Clique na caixa de verificação do **Front Panel**.

c. Clique em **OK**.

O relé responde através da caixa de diálogo **Transfer Status** da *Figura 6.10***.**

Se não houver mensagem de erro, os novos ajustes são carregados no relé.

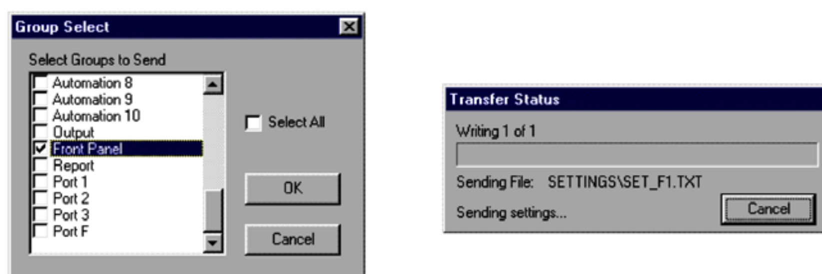


Figura 6.10 Transferindo os Ajustes do Painel Frontal para o SEL-421

NOTA: As caixas de diálogo do **Relay Editor** mostradas na *Figura 6.10* são para o SEL-421. As caixas de diálogo dos SEL-421-1 e SEL-421-2 não contêm os exemplos de ajuste de Automation 2 a Automation 10.

Etapa 5. Conecte uma fonte de teste ao relé.

a. Ajuste a saída de corrente da fonte de teste no nível de saída zero.

b. Conecte uma saída de corrente monofásica da fonte de teste à entrada analógica IAW (ver *Figura 6.5* e *Secondary Circuits na página U.25*).

Etapa 6. Visualize a mudança no status da sinalização.

a. Aumente a fonte de corrente para gerar uma magnitude de corrente maior do que 10.00 A secundários no relé.

b. Observe o LED próximo ao botão de pressão (PB4) de **RELAY TEST MODE** no painel frontal do SEL-421.

Observe a luz do LED quando a corrente de entrada exceder o valor limite do ajuste de 50P1P.

Testes Através das Saídas de Controle

O relé pode ser ajustado para operar uma saída de controle com a finalidade de testar um único elemento. Especifique a equação de controle SELOGIC para uma saída específica (por exemplo, OUT101 a OUT108), de forma que ela responda ao *Relay Word bit* do elemento que está sendo testado. Consulte *Operating the Relay Inputs and Outputs na página U.4.59* para configurar as entradas e saídas de controle. O *Apêndice A: Relay Word Bits no Manual de Referência* relaciona os nomes das saídas das lógicas dos elementos do relé.

Teste o Elemento 50P1 Através de uma Saída de Controle

Este procedimento mostra como especificar a saída de controle OUT105 para testar o elemento de Sobrecorrente Instantâneo de Fase 50P1. Use os valores default de fábrica para o nível de *pickup* (ver *Tabela 6.6*). Para mais informações sobre os elementos 50P, consulte *Instantaneous Line Overcurrent Elements na página R.1.73*.

Para este teste, é necessário um computador com o ACSELERATOR para o SEL-421, uma fonte de corrente variável para testar o relé e um dispositivo indicador do fechamento da saída de controle tal como um equipamento de teste ou um multímetro do tipo VOM ("volt ohm meter").

Neste exemplo, use o ACSELERATOR para configurar o relé. É necessário que o computador esteja se comunicando com o SEL-421 e operando o ACSELERATOR (ver *Making Setting Changes: Initial Global Settings na página U.4.20*).

Etapa 1. Prepare para controlar o relé através do ACSELERATOR , estabelecendo as comunicações, verificando os *passwords* e lendo os ajustes do relé (ver *Making Settings Changes: Initial Global Settings na página U.4.20*).

Clique na ramificação da opção **Outputs** > **Main Board** da estrutura da opção **Settings** do ACSELERATOR para visualizar os ajustes das saídas (mostrado na *Figura 6.11*).

Vai aparecer a caixa de diálogo **Main Board Outputs**.

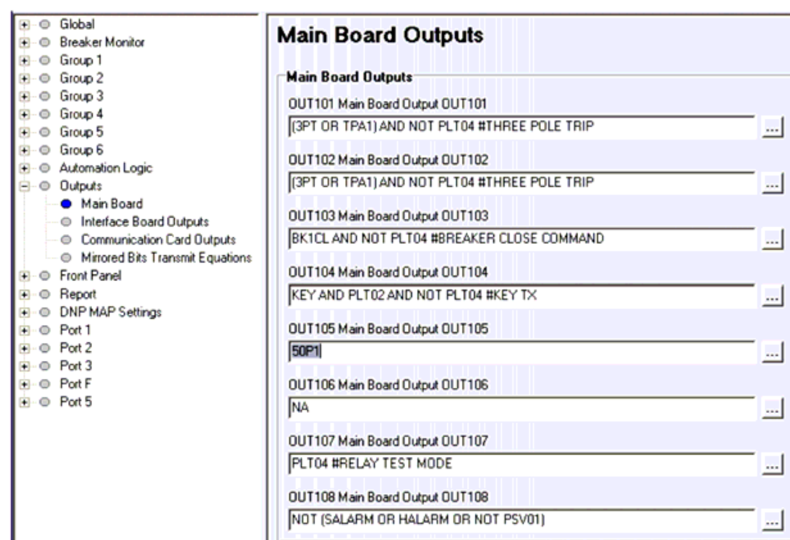


Figura 6.11 Ajustando as Saídas da Placa Principal: ACSELERATOR

Etapa 2. Especifique OUT105 para responder ao *pickup* do elemento 50P1.

a. Mova o cursor para a caixa de texto OUT105 Main Board Output105 (SELOGIC) e dê duplo clique no botão esquerdo (normal) do mouse.

b. Delete o ajuste default NA.

c. Digite **50P1**.

d. Pressione <**Tab**> ou clique em qualquer outra caixa de texto.

e. O relé verifica a validade do ajuste que foi introduzido.

Um ajuste inválido (você pode ter digitado incorretamente o nome do elemento) faz com que a caixa de texto de OUT105 fique vermelha.

Se o ajuste for válido, a caixa de texto exibe o novo ajuste em uma tela com fundo branco.

Etapa 3. Clique em **File > Save** para salvar os novos ajustes no ACSELERATOR.

Etapa 4. Transfira os novos ajustes para o SEL-421.

a. Clique em **File > Send**.

O ACSELERATOR permite que você selecione a classe de ajustes que deseja enviar para o relé, conforme mostrado na caixa de diálogo **Group Select** na *Figura 6.12*.

b. Clique na caixa de verificação **Output**.

c. Clique em **OK**.

O relé responde através da caixa de diálogo **Transfer Status** da *Figura 6.12*.

Se não houver mensagem de erro, os novos ajustes são carregados no relé.

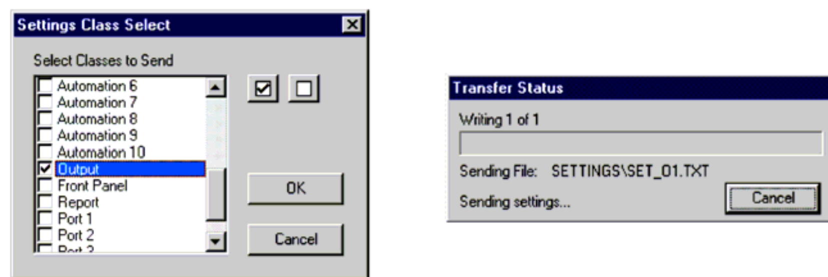


Figura 6.12 Transferindo os Ajustes da Saída para o SEL-421

NOTA: As caixas de diálogo de **Relay Editor** mostradas na *Figura 6.12* são para o SEL-421. As caixas de diálogo dos SEL-421-1 e SEL-421-2 não contêm os exemplos de ajuste de Automation 2 a Automation 10.

Etapa 5. Conecte um dispositivo indicador de OUT105 no painel traseiro do relé.

Um multiteste VOM numa escala de resistência baixa pode indicar o fechamento da saída de controle OUT105.

Etapa 6. Conecte uma fonte de teste ao relé.

a. Ajuste a saída de corrente da fonte de teste no nível de saída zero.

b. Conecte uma saída de corrente monofásica da fonte de teste à entrada analógica IAW (ver *Figura 6.5* e *Secondary Circuits na página U.2.5*).

Etapa 7. Aumente a fonte de corrente para gerar uma magnitude de corrente maior do que 10.00 A secundários no relé (para testar o elemento).

Quando o elemento 50P1 atuar, o relé altera o *Relay Word bit* 50P1 para a lógica 1 e fecha os contatos de saída da saída de controle OUT105.

O dispositivo de indicação opera.

Testes Através do SER

O relé pode ser parametrizado para gerar um relatório do Registrador Seqüencial de Eventos (SER) com a finalidade de testar os seus elementos; inclua o elemento que você quer testar na relação **Points and Aliases (Pontos e Apelidos)** do SER. Especifique os apelidos para o nome do elemento, determine o estado e limpe o estado do SER no SEL-421 para simplificar a leitura do relatório do SER. Consulte *SER (Sequential Events Recorder) na página A.3.34* para informações completas sobre o SER.

Teste o Elemento 51S1 Usando o SER

O SER fornece dados de tempo exatos para teste das temporizações envolvidas nos elementos de sobrecorrente temporizados. Efetue a subtração do tempo de ativação de 51S1T do tempo de ativação de 51S1 para verificar o tempo de operação desse elemento. Use os valores default de fábrica para a grandeza de operação, nível de *pickup*, curva, dial de tempo e reset eletromecânico (*Tabela 6.7*).

O procedimento indicado nas etapas seguintes mostra como especificar as listas de pontos de disparo (*triggers*) do SER para capturar as grandezas de operação selecionáveis e tempos de operação do elemento de sobrecorrente temporizado 51S1. O procedimento também mostra como ajustar a supervisão do controle de torque para o elemento 51S1.

Tabela 6.7 Ajustes Default das Grandezas de Operação Selecionáveis do Elemento de Sobrecorrente Temporizado (51S1)

Ajuste	Descrição	Default 5 A
51S1O	Grandeza de Operação do 51S1 (IA*n*, IB*n*, IC*n*, IMAX*n*, I1L, 3I2L, 3I0L)[a]	3I0L
51S1P	*Pickup* do Sobrecorrente de 51S1 (0.25 – 16 amperes secundários)	0.75
51S1C	Curva de Sobrecorrente de Tempo-Inverso do 51S1 (U1 – U5, C1 – C5)	U3
51S1TD	Dial de Tempo do Sobrecorrente de Tempo-Inverso do 51S1 (0.5 – 15.0)	1.00
51S1RS	Reset EM do Sobrecorrente de Tempo-Inverso do 51S1 (Y, N)	N
51S1TC	Controle de Torque do 51S1 (equação de controle SELOGIC)	32GF

[a] *n* é L, 1 e 2 para Linha, Disjuntor 1 e Disjuntor 2, respectivamente.

O relé usa a *Equação 6.1* e *Equação 6.2* para determinar o tempo de operação do elemento 51S1. Para uma entrada de corrente 50% maior do que o *pickup* default, o valor de teste, I_{TESTE}, é:

$$I_{TESTE} = M \bullet (51S1P) = 1.5 \bullet (0.75A) = 1.125A \qquad \textbf{Equação 6.1}$$

onde M é o múltiplo do *pickup* e 51S1P é o valor de *pickup* do elemento (ver *Tabela 6.7*).

O tempo de operação (t_p) para um dial de tempo (TD) igual a 1 e para a Curva U3 (Muito Inversa) é:

$$\begin{aligned} t_p &= TD \bullet \left(0.0963 + \frac{3.88}{M^2 - 1}\right) \\ &= 1 \bullet 0.0963 + \frac{3.88}{1.5^2 - 1} \\ &= 3.2 segundos \end{aligned} \qquad \textbf{Equação 6.2}$$

Para mais informações sobre os elementos 51S, consulte *Inverse-Time Overcurrent Elements na página R.1.80.*

Neste exemplo, use o ACSELERATOR para configurar o relé. É necessário que o computador esteja se comunicando com o SEL-421 e operando o ACSELERATOR (ver *Making Settings Changes: Initial Global Settings na página U.4.20*). Necessita-se também de uma fonte de corrente variável para testar o relé.

Etapa 1. Prepare para controlar o relé através do ACSELERATOR, estabelecendo as comunicações, verificando os *passwords* e lendo os ajustes do relé (ver *Making Settings Changes: Initial Global Settings na página U.4.20*).

Etapa 2. Especifique a grandeza de operação selecionável do elemento de sobrecorrente temporizado para efetuar o teste.

a. Abrir a ramificação da opção **Group 1 > Relay Configuration > Time Overcurrent** na tela da opção **Settings** (ver *Figura 6.13*).

b. Na caixa de diálogo **Time Overcurrent**, verifique se o ajuste **51S1O Operating Quantity** está em **3I0L**.

c. Verifique as configurações dos demais elementos de acordo com a *Tabela 6.7*.

- ➢ Ajuste o controle de torque 51S1TC em **1** para operar constantemente o elemento 51S1.
- ➢ Digite **1** na caixa de texto para 51S1TC.
- ➢ Para mais informações sobre como usar o ACSELERATOR para alterar os ajustes, ver *Making Initial Global Settings: ACSELERATOR na página U.4.27*.

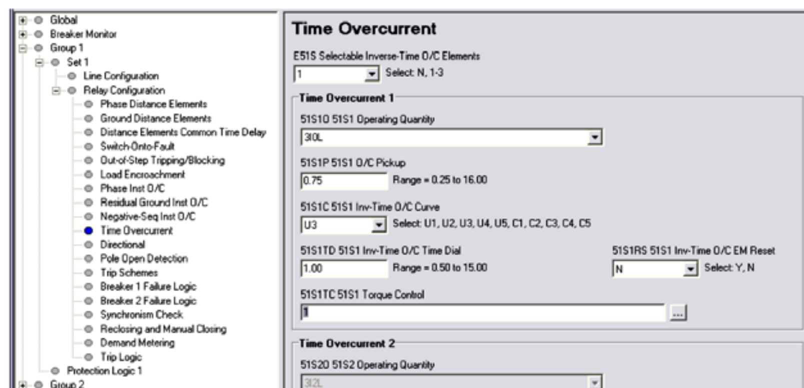


Figura 6.13 Verificando o Elemento de Sobrecorrente 51S1: ACSELERATOR

Etapa 3. Visualize os ajustes do SER.

a. Clique na marca + , próxima à ramificação da opção **Report** na estrutura da tela da opção **Settings** do ACSELERATOR mostrada na *Figura 6.14*.

b. Clique na ramificação da opção **SER Points and Aliases**.

A caixa de diálogo **SER Points and Aliases** vai aparecer (ver *Figura 6.14*).

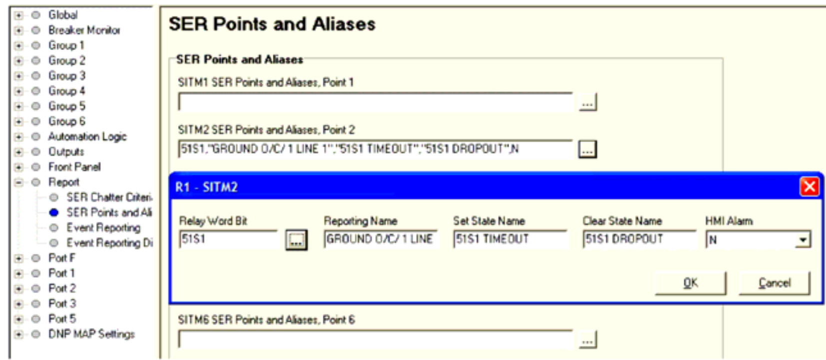


Figura 6.14 **Ajustando os Pontos e Apelidos (*Points and Aliases*) do SER: ACSELERATOR**

Etapa 4. Introduza os nomes e apelidos dos elementos do SER.

a. Localize o campo de entrada **S1TM1 SER Points and Aliases**, **Point 1**, e em seguida clique no ícone **...** ao lado da caixa de entrada.

b. Clique no ícone **...** ao lado do campo de entrada **Relay Word bit**.

c. Selecione **Overcurrent Element Bits**.

d. Dê duplo clique em 51S1T para copiar o nome no campo **Relay Word bit**.

e. Digite **GROUND O/C 1 LINE 1** no campo **Alias Name**.

f. Digite **51S1 TIMEOUT** no campo **Set Alias**.

g. Digite **51S1 DROPOUT** no campo **Clear Alias**.

h. Clique no botão OK.

i. Repita as Etapas *Etapa a – Etapa h* para **SITM2 SER Points and Aliases, Point 2,** com os valores de ajuste **51S1, GROUND O/C 1 LINE 1, 51S1 PICKED UP, 51S1 RESET**. A *Figura 6.14* vai mostrar o campo de entrada para S1TM2 imediatamente antes de pressionar o botão OK.

Podem ser introduzidos até 250 elementos do relé na relação **SER Points and Aliases** (consulte *SER (Sequential Events Recorder) na página A.3.34*).

Etapa 5. Clique em **File** > **Save** para salvar os novos ajustes no ACSELERATOR.

Etapa 6. Transfira os novos ajustes para o SEL-421.

a. Clique em **File** > **Send**.

b. O ACSELERATOR permite que você selecione a classe de ajustes que deseja enviar para o relé, conforme mostrado na caixa de diálogo **Group Select** da *Figura 6.15*.

c. Clique na caixa de verificação do **Group 1** e **Report**.

d. Clique em **OK**.

O ACSELERATOR responde através da caixa de diálogo **Transfer Status**, conforme mostrado na *Figura 6.15*

Se não houver nenhuma mensagem de erro, os novos ajustes são carregados no relé.

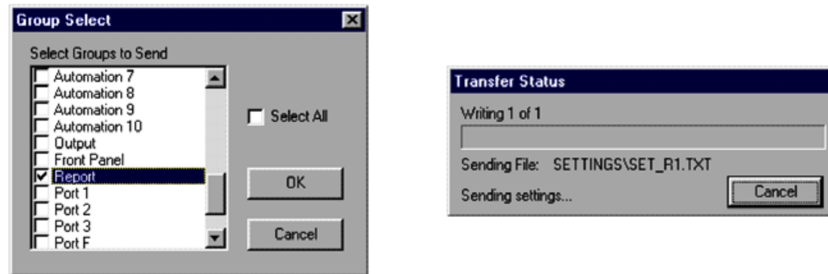


Figura 6.15 Transferindo os Ajustes do Grupo 1 e Relatórios (*Group 1* e *Reports*) para o SEL-421

NOTA: As caixas de diálogo do **Relay Editor** mostradas na *Figura 6.15* são para o SEL-421. As caixas de diálogo dos SEL-421-1 e SEL-421-2 não contêm os exemplos de ajuste de Automation 2 a Automation 10.

Etapa 7. Conecte uma fonte de teste ao relé.

a. Ajuste a saída de corrente da fonte de teste para o nível de saída zero.

b. Conecte uma saída de corrente monofásica da fonte de teste à entrada analógica IAW (ver *Figura 6.5* e *Secondary Circuits na página U.2.5*).

Etapa 8. Teste o elemento.

a. Aumente a fonte de corrente para gerar uma magnitude de corrente de 1.125 A secundário no relé.

b. Mantenha a fonte de corrente neste nível até a temporização esperada do elemento (maior do que 3.2 segundos).

c. Retorne a fonte de corrente para zero após ter decorrido a temporização do elemento.

Etapa 9. Selecione o menu HMI (barra de tarefas superior) e em seguida clique em **Meter and Control** para iniciar a interface HMI do ACSELERATOR

Etapa 10. Visualize o relatório do SER.

Etapa 11. Clique no botão **SER** na tela da opção HMI (ver *Figura 6.16*).

O ACSELERATOR exibe o relatório do **SER** similar ao da *Figura 6.17*.

A diferença de tempo entre as entradas do SER **51S1 PICKED UP** e **51S1 TIMOUT** é de aproximadamente 3,2 segundos.

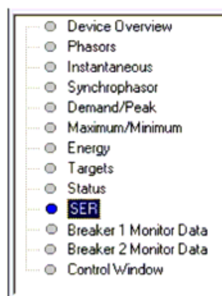


Figura 6.16 Tela da Opção HMI: ACSELERATOR

SER

Relay 1 Date: 03/15/2001 Time: 00:32:29.718

Station A Serial Number: 0001001234

#	DATE	TIME	ELEMENT	STATE
6	03/15/2001	00:00:00.004	Power-up	Group 1
5	03/15/2001	00:00:00.222	Relay	Enabled
4	03/15/2001	00:30:00.021	GROUND O/C 1 LINE 1	51S1 PICKED UP
3	03/15/2001	00:30:03.221	GROUND O/C 1 LINE 1	51S1 TIMEOUT
2	03/15/2001	00:32:00.114	GROUND O/C 1 LINE 1	51S1 RESET
1	03/15/2001	00:32:00.114	GROUND O/C 1 LINE 1	51S1 DROPOUT

SER 30 TO Update SER

Figura 6.17 Relatório do SER: HMI do ACSELERATOR

Verificação da Operação do Relé

O SEL-421 é entregue com todas as funções totalmente verificadas e calibradas de forma que o relé possa operar correta e precisamente. Você pode efetuar testes no relé para verificar se o mesmo está operando corretamente, porém não é necessário testar todos os elementos, temporizadores e funções do relé nesta avaliação. As verificações indicadas a seguir são de grande utilidade para confirmar a operação e as conexões corretas do SEL-421:

- Verificação das conexões ac (medição)
- Testes de comissionamento
- Testes funcionais
- Verificação dos elementos

Na verificação das conexões ac, a medição do relé é usada para confirmar se as entradas de tensão e corrente do relé estão com a rotação de fases e magnitudes apropriadas (consulte *Examining Metering Quantities na página U.4.35*).

Os testes de comissionamento ajudam a verificar se o relé foi conectado corretamente ao sistema de potência e a todos os equipamentos auxiliares. Esses testes confirmam também a conexão apropriada das entradas e saídas de controle (consulte *Operating the Relay Inputs and Outputs na página U.4.59*).

Os testes funcionais sucintos e a verificação dos elementos confirmam o funcionamento correto do processamento interno do relé.

Testes de Elementos Selecionados

Esta subseção discute os testes dos seguintes elementos do relé:

- Elemento de sobrecorrente: instantâneo de seqüência-negativa, 50Q1
- Elemento direcional: porção de seqüência-negativa, F32Q/R32Q, do elemento direcional de fase, F32P/R32P
- Elemento de distância: elemento fase-fase mho, MBC2, do elemento de distância mho de 2º Zona, M2P

Teste dos Elementos de Sobrecorrente

Os elementos de sobrecorrente operam quando detectam grandezas de seqüência do sistema de potência e são ativados quando essas grandezas ultrapassam um valor limite pré-ajustado.

Aplique corrente às entradas de corrente analógicas e compare a operação do relé com os ajustes de *pickup* do elemento para testar os elementos de sobrecorrente instantâneo e de tempo-definido. Certifique-se em aplicar a corrente de teste ao grupo de entradas corretas (IW ou IX), em conformidade com os ajustes Globais de Seleção das Fontes de Corrente e Tensão (ESS e ALINEI, por exemplo), para definição da entrada. Ver *Current and Voltage Source Selection na página R.1.3* para mais informações.

Elementos de Sobrecorrente de Fase

Os elementos de sobrecorrente de fase do SEL-421 comparam a corrente de fase aplicada às entradas de corrente secundárias com o ajuste do valor de *pickup* do elemento de sobrecorrente de fase. O relé ativa os elementos de sobrecorrente de fase quando qualquer uma das três correntes de fase ultrapassa o ajuste de *pickup* do elemento correspondente.

Elementos de Sobrecorrente de Seqüência-Negativa

Os elementos de sobrecorrente de seqüência-negativa do SEL-421 comparam o cálculo da seqüência-negativa das entradas secundárias trifásicas com o ajuste do valor de *pickup* do elemento de sobrecorrente de seqüência-negativa correspondente. O relé efetua esse cálculo da seqüência-negativa (considerando rotação ABC):

$3I_2$ = fase A + fase B (defasada de –120º) + fase C (defasada de 120º)

O relé ativa os elementos de sobrecorrente de seqüência-negativa quando o cálculo de $3I_2$ ultrapassa o ajuste de *pickup* da corrente de seqüência-negativa correspondente. Se forem aplicadas correntes equilibradas ao relé, ele lê $3I_2$ 0 (condições de carga) e não ativa os elementos de sobrecorrente de seqüência-negativa.

Para teste, aplique corrente a uma fase do relé, causando a operação dos elementos de sobrecorrente de seqüência-negativa. Por exemplo, assuma a corrente de 1 A na fase A e entrada de corrente igual a zero na fase B e fase C:

$3I_2$ = 1 A + 0 (defasada de –120º) + 0 (defasada de 120º) = 1 A (uma condição de falta à terra simulada)

Elementos de Sobrecorrente de Terra

Os elementos de sobrecorrente de terra do SEL-421 comparam o cálculo da corrente de terra residual das entradas trifásicas com o valor de ajuste do sobrecorrente residual. O relé efetua esse cálculo da corrente residual:

$3I_0$ = fase A + fase B + fase C

O relé ativa os elementos de sobrecorrente de terra quando o cálculo de $3I_0$ ultrapassa o ajuste de *pickup* do elemento de corrente de terra. Se forem aplicadas correntes equilibradas ao relé, ele relé lê $3I_0$ = 0 (condições de carga), pois as correntes são canceladas no cálculo; o relé não ativa os elementos de sobrecorrente de terra.

Para teste, aplique corrente a uma fase do relé, causando a operação dos elementos de sobrecorrente residual. Por exemplo, assuma a corrente de 1 A na fase A e entrada de corrente igual a zero na fase B e fase C:

$3I_0$ = 1 A + 0 + 0 = 1 A (uma condição de falta à terra simulada)

Verificação do Elemento de Sobrecorrente Instantâneo de Seqüência-Negativa, 50Q1

O procedimento mostrado nas etapas seguintes testa o elemento de sobrecorrente de seqüência-negativa 50Q1. Use um procedimento similar para testar os outros elementos de sobrecorrente.

NOTA: À medida que este teste é executado, outros elementos de proteção podem ser ativados. Isso faz com que o relé ative outras sinalizações e possivelmente feche saídas de controle. Certifique-se em isolar o relé do sistema de potência para evitar efeitos não esperados no sistema.

Este exemplo considera que a comunicação com o relé foi estabelecida com sucesso (ver *Making an EIA-232 Serial Port Connection na página U.4.7*). Além disso, é necessário estar familiarizado com os *passwords* e níveis de acesso do relé (ver *Changing the Default Passwords na página U.4.9* para alterar os *passwords* default dos níveis de acesso e entrar nos níveis de acesso superiores do relé). Também é preciso estar familiarizado com o ACSELERATOR (ver *Section 3: PC Software*).

Etapa 1. Configure o relé.

a. Inicialize o ACSELERATOR e leia a configuração atual do SEL-421.

b. Clique em **Settings** > **Read**.

O relé envia todos os dados de ajuste e configuração para o ACSELERATOR .

c. Expandir os ajustes do **Group 1** e clicar no botão **Negative-Seq Inst O/C** da tela da opção **Settings**, conforme mostrado na *Figura 6.18*.

Vai aparecer a caixa de diálogo **Negative Sequence Instantaneous Overcurrent** similar a da *Figura 6.18*.

d. Clique na seta da caixa de diálogo **Instantaneous and Definite Time Overcurrent Element Levels E50Q** e selecione **1**.

e. Para este teste, ajuste o nível de **50Q1P** em **1.00** e **67Q1TC** em **1**.

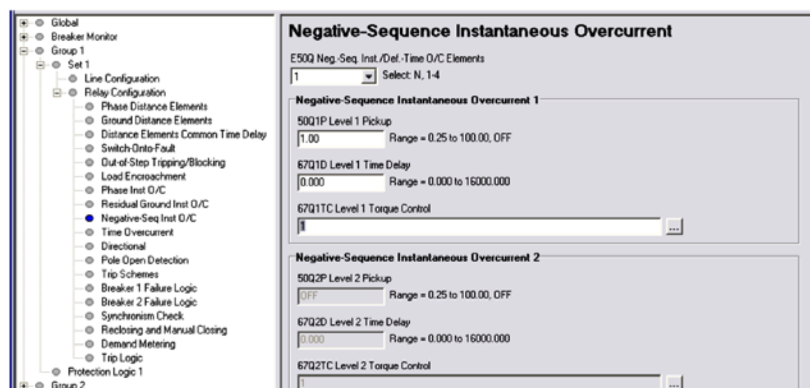


Figura 6.18 Ajustes do Elemento de Sobrecorrente Instantâneo de Seqüência-Negativa: ACSELERATOR

Etapa 2. Transfira o novo ajuste para o SEL-421.

a. Clique em **File** > **Send**.

O ACSELERATOR permite que você selecione a classe de ajustes que deseja enviar para o relé, conforme mostrado na caixa de diálogo **Group Select** na *Figura 6.19*.

b. Clique na caixa de verificação do **Group 1**.

c. Clique em **OK**.

O relé responde através da caixa de diálogo **Transfer Status** similar a da *Figura 6.19*.

Se não houver nenhuma mensagem de erro, os novos ajustes são carregados no relé.

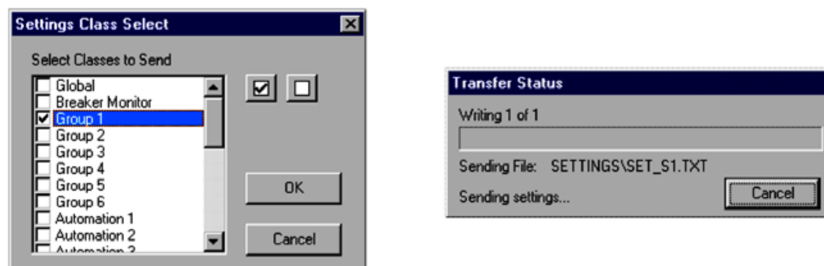


Figura 6.19 Transferindo os Ajustes do Grupo 1 (*Group 1*) para o SEL-421

NOTA: As caixas de diálogo do **Relay Editor** mostradas na *Figura 6.19* são para o SEL-421. As caixas de diálogo dos SEL-421-1 e SEL-421-2 não contêm os exemplos de ajuste de Automation 2 a Automation 10.

Etapa 3. Exibir o *Relay Word bit* 50Q1 na tela do LCD do painel frontal.

a. Acesse o MAIN MENU (MENU PRINCIPAL) no LCD do painel frontal.

b. Selecione RELAY ELEMENTS (ELEMENTOS DO RELÉ) e pressione **{ENT}**.

c. Pressione **{ENT}** para ir para o submenu ELEMENT SEARCH (PROCURA DO ELEMENTO) da *Figura 6.20*.

d. Use as teclas de navegação para selecionar 5 e em seguida pressione **{ENT}** para introduzir os caracteres no campo de entrada de texto.

e. Introduza os caracteres **0, Q** e **1**, um de cada vez.

f. Selecione ACCEPT (ACEITAR) e pressione **{ENT}**.

O relé vai exibir a tela contendo o elemento 50Q1, conforme mostrado na *Figura 6.21*.

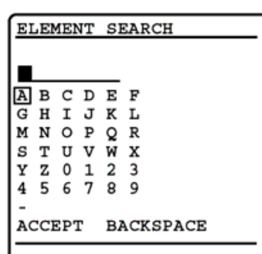


Figura 6.20 Tela ELEMENT SEARCH

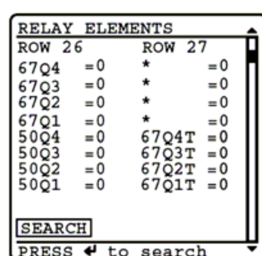


Figura 6.21 Tela RELAY ELEMENTS Contendo o Elemento 50Q1

Etapa 4. Conecte uma fonte de teste ao relé.

a. Ajuste a saída de corrente da fonte de teste no nível de saída zero.

b. Conecte uma saída de corrente monofásica da fonte de teste à entrada analógica IAW (ver *Figura 6.5* e *Secondary Circuits na página U.2.5*).

Etapa 5. Aumente a fonte de corrente para gerar uma magnitude de corrente maior do que 1.00 A secundário no relé.

Observe na tela do LCD que o estado do elemento 50Q1 é alterado de 50Q1 = 0 para 50Q1 = 1.

Elemento Direcional de Seqüência-Negativa para Faltas Entre Fases

O SEL-421 possui um elemento direcional de fase (representado pelos *Relay Word bits* F32P/R32P) para supervisionar os elementos de distância de fase e para controlar os elementos direcionais de fase. O elemento direcional de seqüência-negativa, F32Q/R32Q, é uma parte do elemento direcional de fase, F32P/R32P. Sempre que o elemento direcional de seqüência-negativa for ativado, o elemento direcional de fase é ativado.

O relé também possui um elemento direcional de terra, F32G/R32G, para controle direcional dos elementos de distância de terra e elementos de sobrecorrente de terra. Para mais informações sobre os elementos direcionais, consulte *Ground Directional Element na página R.1.31* e *Section 1: Protection Application Examples in the Applications Handbook*.

O SEL-421 calcula a impedância de seqüência-negativa Z2 a partir das magnitudes e ângulos da corrente e tensão de seqüência-negativa. A *Equação 6.3* define esta função (o ‘c’ de Z2c indica “calculado”).

$$Z2c = \frac{\mathrm{Re}\left[V_2 \bullet \left(1\angle Z1ANG \bullet I_2\right)^*\right]}{|I_2|^2}$$

$$= \frac{|V_2|}{|I_2|} \bullet \cos\left(\angle V_2 - \angle Z1ANG - \angle I_2\right) \qquad \textbf{Equação 6.3}$$

Onde:

V_2 = a tensão de seqüência-negativa

I_2 = a corrente de seqüência-negativa

Z1ANG = o ângulo da impedância de seqüência-positiva da linha

Re = a parte real do termo entre colchetes, por exemplo, (Re[A + jB] = A)

* = o conjugado complexo da expressão entre parêntesis, $(A + jB)^* = (A – jB)$

O resultado da *Equação 6.3* é uma magnitude de impedância que varia com a magnitude e ângulo da corrente aplicada. Normalmente, uma falta na direção à frente resulta no cálculo de Z2c do relé negativo.

Corrente de Teste

Resolva a *Equação 6.3* para encontrar os valores da corrente de teste que necessitam ser aplicados ao relé para testar o elemento. Para a corrente de seqüência-negativa, I_2, o resultado é:

$$|I_2| = \frac{|V_2|}{Z2c} \qquad \textbf{Equação 6.4}$$

onde

$$\angle I_2 = \angle V_2 - \angle Z1ANG \qquad \textbf{Equação 6.5}$$

Multiplique as grandezas da *Equação 6.4* por três para obter $3I_2$, a corrente de seqüência-negativa que o relé processa. Com uma tensão fixa de seqüência-negativa aplicada, V_A, a tensão de seqüência-negativa do relé é $3V_2$. Ajuste Z2c = Z2F para encontrar a magnitude da corrente de teste no ponto em que o cálculo da impedância se

iguala ao valor limite da impedância de uma falta à frente. A *Equação 6.4* fica da seguinte forma:

$$|I_{TESTE}| = |3I_2| = \frac{|3V_2|}{Z2c} = \frac{|3V_2|}{Z2F}$$ **Equação 6.6**

onde

$$\angle I_{TESTE} = \angle 3I_2 = \angle 3V_2 - \angle Z1ANG$$ **Equação 6.7**

Para o valor limite da impedância de uma falta reversa, onde Z2c = Z2R, a *Equação 6.4* fica:

$$|I_{TESTE}| = |3I_2| = \frac{|3V_2|}{Z2c} = \frac{|3V_2|}{Z2R}$$ **Equação 6.8**

onde o cálculo do ângulo é o mesmo da *Equação 6.7*.

Para mais informações sobre os elementos direcionais, consulte *Ground Directional Element na página R.1.31* e *Quadrilateral Ground Distance Elements na página R.1.62*. Para informações dos ajustes e aplicação, ver *Section 1: Protection Application Examples in the Applications Handbook*.

Verificação do Elemento Direcional de Seqüência-Negativa (Faltas Entre Fases)

Este teste confirma a operação dos elementos direcionais de seqüência-negativa, F32Q e R32Q. Este procedimento de testes é para um relé de 5 A; devem ser escalonados valores apropriados para um relé de 1 A.

NOTA: À medida que este teste é efetuado, outros elementos de proteção podem ser ativados. Isso faz com que o relé ative outras sinalizações e possivelmente feche saídas de controle. Certifique-se em isolar o relé do sistema de potência para evitar efeitos não esperados para o sistema.

Este exemplo considera que a comunicação com o relé foi estabelecida com sucesso (ver *Making an EIA-232 Serial Port Connection na página U.4.7*). Além disso, é necessário estar familiarizado com os *passwords* e níveis de acesso do relé (ver *Changing the Default Passwords na página U.4.9* para alterar os *passwords* default dos níveis de acesso e entrar nos níveis de acesso mais elevados do relé). Também é preciso estar familiarizado com o ACSELERATOR (ver *Section 3: PC Software*).

Etapa 1. Configure o relé.

a. Abra o ACSELERATOR e leia a configuração atual do SEL-421.

b. Clique em **Settings** > **Read**.

O relé envia todos os dados de ajuste e configuração para o ACSELERATOR.

c. Expandir os ajustes do **Group 1** e clicar nas ramificações da opção **Relay Configuration** na tela da opção **Settings**, conforme mostrado na *Figura 6.22*.

d. Desabilite os elementos de supervisão.

Confirme se **ELOP** está ajustado em **N**.

e. Em uma seqüência similar, clique no botão + para expandir a tela da opção **Relay Configuration**, clique em **Load Encroachment** e confirme se **ELOAD** está ajustado em **N**.

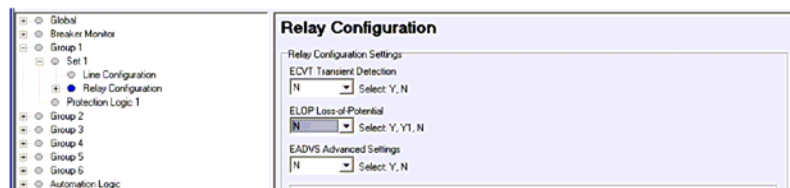


Figura 6.22 **Ajustes da Configuração do Grupo 1 (*Group 1*) do Relé: ACSELERATOR**

f. Desabilite a lógica do pólo aberto.

g. Clique no botão **+** próximo à opção **Breaker Monitor** para expandir a ramificação de **Breaker Monitor** na tela da opção **Settings** (ver *Figura 6.23*).

h. Clique em **Breaker 1**.

Vai aparecer a caixa de diálogo **Breaker 1** similar a da *Figura 6.23*.

i. Introduza **1** nas caixas de texto para **52AA1 A-Phase N/O Contact Input -BK1, 52AB1 B-Phase N/O Contact Input -BK1** e **52AC1 C-Phase N/O Contact Input -BK1**.

As caixas de texto da *Figura 6.23* aparecem se o ajuste do Monitor do Disjuntor BK1TYP := 1.

j. Se BK1TYP := 3, introduza **1** na caixa de texto **52AA1 N/O Contact Input -BK1** (as outras caixas de entrada do disjuntor estão obscurecidas).

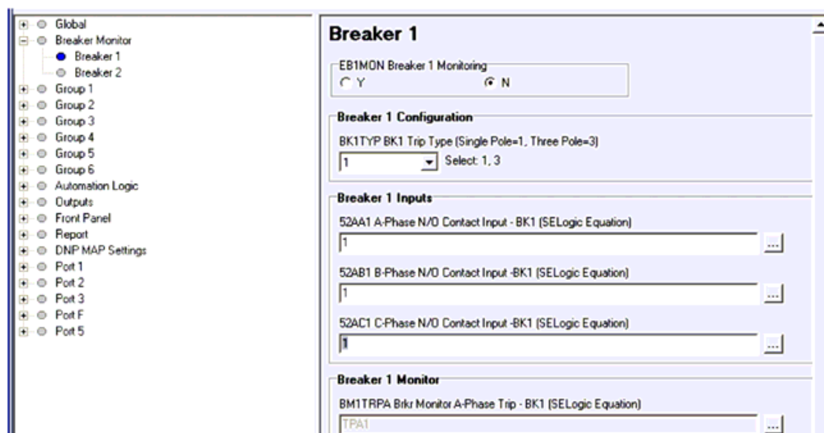


Figura 6.23 **Ajustes do Monitor do Disjuntor (*Breaker Monitor*) do Disjuntor 1 (*Breaker 1*): ACSELERATOR .**

Etapa 2. Ajuste os valores de teste do relé.

a. Expandir os ajustes do **Group 1** conforme mostrado na *Figura 6.24* e selecionar o botão **Line Configuration**.

Vai ser exibida a caixa de diálogo **Line Configuration** da *Figura 6.24*.

b. Confirme os ajustes default de **Z1MAG** em **7.80** e **Z1ANG** em **84.00**.

c. Clique na marca **+** próxima à ramificação da opção **Relay Configuration** para expandir a ramificação de **Settings**.

d. Selecione o botão **Directional**.

Vai ser exibida a caixa de diálogo **Directional** similar a da *Figura 6.25*.

e. Confirme os seguintes ajustes: **E32** é **AUTO**, **ORDER** é **Q**, **50FP** é **0.60**, **50RP** é **0.40**, **Z2F** é **3.90**, **Z2R** é **4.00**, **a2** é **0.10** e **k2** é **0.2**.

A caixa de diálogo está obscurecida uma vez que não existem ajustes para ser alterados.

O relé calcula automaticamente esses ajustes numéricos, pois **E32** está ajustado em **AUTO**.

f. Se for preciso alterar estes ajustes, defina o ajuste de **E32** em **Y**.

A *Tabela 6.8* mostra os cálculos.

Consulte *Ground Directional Element na página R.1.31* para detalhes sobre esses cálculos do relé.

Figura 6.24 Ajustes da Configuração de Linha (*Line Configuration*) do Grupo 1 (*Group 1*): ACSELERATOR

Figura 6.25 Ajustes do Directional (*Directional*): ACSELERATOR

Tabela 6.8 Cálculos Automáticos (AUTO) dos Ajustes do Elemento Direcional de Seqüência-Negativa

Ajuste	Cálculo
50FP	0.12 • I_{nom}
50RP	0.08 • I_{nom}
Z2F	0.5 • Z1MAG
Z2R	Z2F + 1 / (2 • I_{nom})
a2	0.1
k2	0.2

Etapa 3. Transfira os novos ajustes para o SEL-421.

a. Clique em **File** > **Send**.

O ACSELERATOR permite que você selecione a classe de ajustes que deseja enviar para o relé, conforme mostrado na caixa de diálogo **Group Select** na *Figura 6.26*.

b. Clique na caixa de verificação do **Group 1** e **Breaker Monitor**.

c. Clique em **OK**.

d. O ACSELERATOR responde através da caixa de diálogo **Transfer Status**, conforme *Figura 6.26*.

Se não houver nenhuma mensagem de erro, os novos ajustes são carregados no relé.

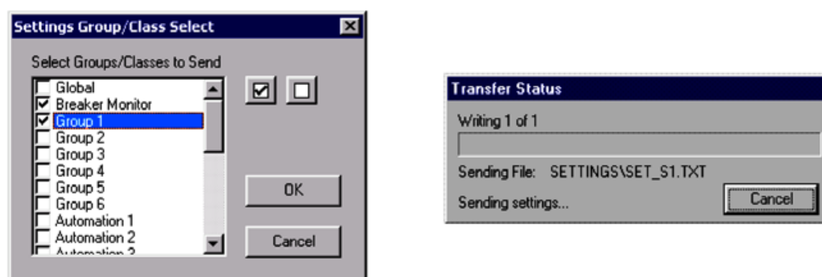


Figura 6.26 Transferindo os Ajustes do Grupo 1 (*Group 1*) e Monitor do Disjuntor (*Breaker Monitor*) para o SEL-421

NOTA: As caixas de diálogo do **Relay Editor** mostradas na *Figura 6.26* são para o SEL-421. As caixas de diálogo dos SEL-421-1 e SEL-421-2 não contêm os exemplos de ajuste de Automation 2 a Automation 10.

Etapa 4. Exibir os *Relay Word bits* F32Q e R32Q na tela do LCD do painel frontal.

a. Acesse o MAIN MENU (MENU PRINCIPAL) no LCD do painel frontal.

b. Selecione RELAY ELEMENTS (ELEMENTOS DO RELÉ) e pressione **{ENT}**.

Vai aparecer a tela RELAY ELEMENTS com SEARCH (PROCURA) selecionado na parte inferior da tela.

c. Pressione **{ENT}** para ir para o submenu ELEMENT SEARCH (PROCURA DO ELEMENTO) da *Figura 6.20*.

d. Introduza os caracteres no campo de entrada de texto usando as teclas de navegação.

e. Selecione F e pressione **{ENT}** para introduzir o caractere F.

f. Introduza os caracteres 3, 2 e Q da mesma forma.

g. Selecione ACCEPT (ACEITAR) e pressione **{ENT}**.

O relé vai exibir a tela contendo os elementos F32Q e R32Q, conforme mostrado na *Figura 6.27*.

```
RELAY ELEMENTS
ROW 20          ROW 21
32SPOR  =0      32IE   =0
32SPOF  =0      32VE   =0
32QR    =0      32QGE  =0
32QF    =0      32QE   =0
R32Q    =0      50GR   =0
F32Q    =0      50GF   =0
R32P    =0      50QR   =0
F32P    =0      50QF   =0

SEARCH
PRESS ↵ to search
```

Figura 6.27 Tela RELAY ELEMENTS do LCD Contendo os Elementos F32Q e R32Q

Etapa 5. Calcule os valores limites da impedância.

a. Para este teste, aplique uma tensão na fase A de $V_A = 3V_2 = 18.0 \angle 180°$ V secundários.

b. Use a *Equação 6.8* para encontrar a corrente que é igual ao valor limite da impedância reversa, Z2R:

$$|I_{TESTE}| = |3I_2| = \frac{|3V_2|}{Z2R} = \frac{|18.0\angle 180^0 V|}{4.00} = 4.50A$$

Etapa 6. Use a *Equação 6.6* para encontrar a corrente que é igual ao valor limite de impedância à frente, Z2F:

$$|I_{TESTE}| = |3I_2| = \frac{|3V_2|}{Z2RF} = \frac{|18.0\angle 180^0 V|}{3.90} = 4.62A$$

Etapa 7. Use a *Equação 6.7* para determinar o ângulo da corrente aplicada ($\angle I_{TESTE}$):

$$\angle I_{TESTE} = \angle 3I_2 = \angle 3V_2 - \angle Z1ANG = 180^0 - 84^0 = 96^0$$

Etapa 8. Aplique a corrente de teste para confirmar a operação de R32Q e F32Q.

a. Conecte uma fonte de corrente de teste monofásica, conforme mostrado na *Figura 6.5*.

b. Aplique uma tensão na fase A de $3V_A = 18.0 \angle 180°$ V secundários.

c. Ajuste a fonte de corrente em $I_A = 0.0 \angle 96°$ A.

d. Aumente lentamente a magnitude de I_A para aplicar a corrente da fonte de teste.

e. Observe a tela RELAY ELEMENT (ELEMENTO DO RELÉ) do LCD.

O *Relay Word bit* R32Q é ativado quando | I_A | = 0.4 A, indicando que a corrente de seqüência-negativa do relé é maior do que o valor limite de *pickup* de 50RP.

R32Q é desativado quando | I_A | = 4.5 A, indicando que o cálculo da seqüência-negativa do relé, Z2c, é agora menor do que o valor limite reverso, Z2R, de Z2 (ver *Reverse Threshold na página R.1.41* e *Forward Threshold na página R.1.40*).

f. Continue a aumentar a fonte de corrente, observando a tela RELAY ELEMENT do LCD.

O *Relay Word bit* F32Q é ativado quando | I_A | = 4.62 A, indicando que o cálculo da seqüência-negativa do relé, Z2c, é menor do que o valor limite à frente, Z2F, de Z2.

Elementos de Distância

Aplique tensões e correntes às entradas analógicas do relé para simular condições de falta e de carga com o objetivo de testar os elementos de distância. O relé supervisiona os elementos de distância de forma que eles operem sob condições apropriadas. Certifique-se em satisfazer todas as condições de supervisão do elemento antes de testar um elemento do relé. Para condições de supervisão de um elemento específico, consulte *Mho Ground Distance Elements na página R.1.57*.

Elementos de Distância Fase-Fase, MBC2

O SEL-421 contém elementos de distância mho de fase entre os diversos elementos de proteção do relé. O relé possui elementos de distância de fase para detectar faltas entre fases: fase-fase, fase-fase-terra e trifásicas. O SEL-421 tem cinco zonas independentes da proteção de distância mho de fase; cada zona consiste de elementos entre fases que o relé combina para gerar a saída de uma zona específica.

Por exemplo, a combinação OU de MAB2, MBC2 e MCA2 produz o elemento mho de fase da Zona 2, M2P. Para mais informações sobre os elementos mho de fase e outros elementos de distância, consulte *Section 1: Protection Functions no Manual de Referência* e *Section 1: Protection Application Examples in the Applications Handbook*.

Corrente e Tensão de Teste para uma Falta Entre Fases

Para encontrar a corrente de teste para uma falta entre fases, considere a *Equação 6.9* para uma falta da fase B para a fase C:

$$I_{TESTE} = I_B = - I_C$$ **Equação 6.9**

O vetor de corrente da fase B para a fase C, I_{BC}, é:

$$I_{BC} = I_B - I_C = I_B + (I_B) = 2 \bullet I_B = 2 \bullet I_{TESTE}$$ **Equação 6.10**

Escolha a magnitude conveniente da corrente da fonte de teste, | I_{TESTE} | = 2.5 A; logo, | I_{BC} | = 2 • | I_{TESTE} | = 5 A.

Encontre a magnitude da tensão da fonte de teste, | V_{TESTE} |:

$$|V_{TESTE}| = |V_{BC}| = |I_{BC}| \bullet |Z_{BC}| = |I_{BC}| \bullet Z2P$$
$$= 2 \bullet |I_{TESTE}| \bullet Z2P$$ **Equação 6.11**

onde o ajuste do relé Z2P (Alcance da Zona 2) substitui a impedância da fase B para a fase C, Z_{BC}. Para o ajuste de Z2P de 9.36 , a magnitude da tensão de teste | V_{BC} | é:

$$\left|V_{TESTE}\right| = 2 \bullet \left|I_{TESTE}\right| \bullet Z2P$$
$$= 2 \bullet 2.5 \bullet 9.36 = 46.8V$$

Equação 6.12

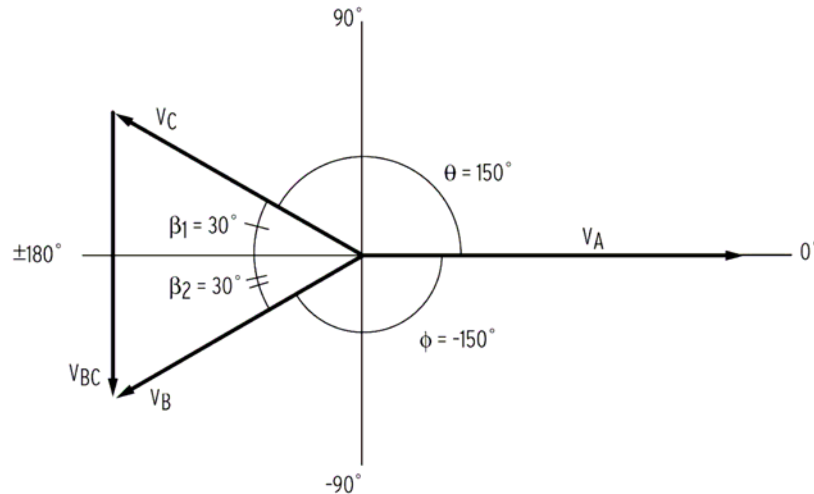


Figura 6.28 Encontrando as Grandezas Entre Fases para Teste

Uma forma de criar o fasor V_{BC} é igualar | V_B | e | V_C | e determinar os ângulos apropriados para formar um triângulo eqüilateral, conforme mostrado na *Figura 6.28*.

Subtraia 30 graus (ângulo $_1$) de 180 graus para obter o ângulo do fasor V_C da fonte de teste; $V_C = 46.8 \angle 150^o$ V.

De forma similar, adicione 30 graus (ângulo $_2$) à –180 graus para obter o fasor V_B da fonte de teste; $V_B = 46.8 \angle -150^o$ V.

A tensão de teste V_A pode ser o valor nominal, $V_A = 67 \angle 0^o$ V.

Portanto, a tensão fase-fase resultante é $V_{BC} = 46.8 \angle -90^o$ V, referida ao fasor V_A em 0 grau.

O relé mede o alcance máximo do elemento de distância de fase quando a corrente de falta entre fases está atrasada da tensão de falta entre fases pelo ângulo de torque máximo do elemento de distância. No SEL-421, o ângulo de torque máximo do elemento de distância de fase é o ajuste Z1ANG. A corrente I_{BC} deve estar atrasada da tensão V_{BC} por Z1ANG.

Neste exemplo, Z1ANG é 84.0 graus. Da *Equação 6.9*, o ângulo de I_B é o ângulo de I_{TESTE}, e o ângulo de I_C é 180 graus a partir do ângulo de I_{TESTE}.

A corrente da fonte de teste para I_B é a seguinte:

$$I_B = 2.5\angle\left(-90^0 - Z1ANG\right)A$$
$$= 2.5\angle\left(-90^0 - 84^0\right)A$$
$$= 2.5\angle\text{-}\ 174^0\ A$$

Equação 6.13

E a corrente da fonte de teste para I_C é a seguinte:

$$I_C = -I_B = -\left(2.5\angle -174^0\ A\right) = 2.5\angle 6^0\ A$$

Equação 6.14

Verificação da Porção MBC2 do Elemento de Distância de Fase M2P

O procedimento mostrado a seguir descreve como testar o elemento de distância da fase B para a fase C, MBC2. Embora este teste esteja diretamente relacionado ao elemento de distância de fase da Zona 2, o procedimento pode ser aplicado a qualquer outra zona do elemento de distância entre fases para o alcance na direção à frente.

NOTA: À medida que este teste é efetuado, outros elementos de proteção podem ser ativados. Isso faz com que o relé ative outras sinalizações e possivelmente feche saídas de controle. Certifique-se em isolar o relé do sistema de potência para evitar efeitos não esperados para o sistema.

Este exemplo considera que a comunicação com o relé foi estabelecida com sucesso (ver *Making an EIA-232 Serial Port Connection na página U.4.7*). Além disso, é necessário estar familiarizado com os *passwords* e níveis de acesso do relé (ver *Changing the Default Passwords na página U.4.9* para alterar os *passwords* default dos níveis de acesso e entrar nos níveis de acesso mais elevados do relé). Também é preciso estar familiarizado com o ACSELERATOR (ver *Section 3: PC Software*).

Etapa 1. Configure o relé.

Execute o procedimento relacionado na *Etapa 1* da subseção *Verificação do Elemento Direcional de Seqüência-Negativa (Faltas entre Fases) na página U.6.31*.

Etapa 2. Ajuste os valores de teste do relé.

Execute o procedimento relacionado na *Etapa 2* da subseção *Verificação do Elemento Direcional de Seqüência-Negativa (Faltas entre Fases) na página U.6.32*.

Etapa 3. Ajuste o alcance do elemento de distância de fase.

a. Selecione o botão **Phase Distance** na tela da opção **Settings** do ACSELERATOR.

Vai aparecer a caixa de diálogo **Phase Distance Elements** similar a da *Figura 6.29*.

b. Confirme os ajustes de **E21P** em **2**, **Z1P** em **6.24** e **Z2P** em **9.36**.

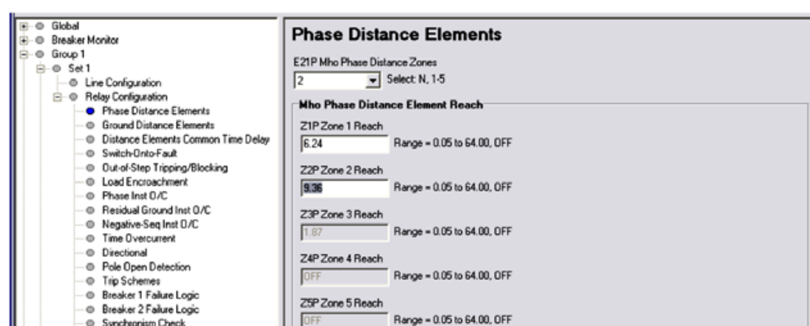


Figura 6.29 **Ajustes dos Elementos de Distância de Fase (*Phase Distance Elements*): ACSELERATOR**

Etapa 4. Transfira os novos ajustes para o SEL-421.

a. Clique em **File** > **Send**.

b. O ACSELERATOR permite que você selecione a classe de ajustes que deseja enviar para o relé, conforme mostrado na caixa de diálogo **Group Select** na *Figura 6.26*.

c. Clique na caixa de verificação do **Group 1**.

d. Clique em **OK**.

O ACSELERATOR responde através da caixa de diálogo similar à segunda caixa de diálogo da *Figura 6.26*.

Se não houver nenhuma mensagem de erro, os novos ajustes são carregados no relé.

Etapa 5. Exibir o *Relay Word bit* MBC2 na tela do LCD do painel frontal.

a. Acesse o MAIN MENU (MENU PRINCIPAL) no LCD do painel frontal.

b. Selecione RELAY ELEMENTS (ELEMENTOS DO RELÉ) e pressione **{ENT}**.

Vai aparecer a tela RELAY ELEMENTS com SEARCH (PROCURA) selecionado na parte inferior da tela.

c. Pressione **{ENT}** para ir para o submenu ELEMENT SEARCH (PROCURA DO ELEMENTO) da *Figura 6.20*.

d. Use as teclas de navegação para selecionar M e pressione **{ENT}** para introduzir o caractere no campo de entrada de texto.

e. Introduza os caracteres B, C e 2 da mesma forma.

f. Selecione ACCEPT (ACEITAR) e pressione **{ENT}**.

O relé vai exibir a tela do LCD contendo o elemento MBC2, conforme mostrado na *Figura 6.30*.

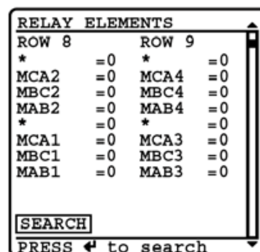


Figura 6.30 Tela RELAY ELEMENTS do LCD Contendo o Elemento MBC2

Etapa 6. Ajuste as magnitudes e ângulos dos sinais de teste para uma falta da fase B para a fase C.

a. Conecte as fontes de teste (com a energia desligada) ao relé, conforme *Figura 6.6*.

Esta conexão é uma falta da fase B para a fase C, onde I_A 0 e $I_B = -I_C$.

b. Ajuste as fontes de tensão para fornecer as seguintes tensões de teste: $V_A = 67$ V $\angle 0°$, $V_B = 46.8$ V $\angle -150°$ e $V_C = 46.8$ V $\angle 150°$.

c. Ajuste a fonte de corrente para $I_B = 0.0$ A $\angle -174°$.

Etapa 7. Aplique as fontes para confirmar a operação de MBC2.

a. Aplique a corrente da fonte de teste, aumentando lentamente a magnitude de I_B.

b. Observe a tela RELAY ELEMENT (ELEMENTO DO RELÉ) do LCD.

O *Relay Word bit* MBC2 é ativado quando $| I_B |$ 2.5 A, indicando que o cálculo da impedância do relé é menor do que o ajuste do alcance Z2P.

Autodiagnoses do Relé

O SEL-421 efetua continuamente diversos autotestes para detectar condições que estejam fora de tolerância. Esses testes são efetuados simultaneamente ao funcionamento da lógica de proteção e automação do relé, porém não prejudicam a performance do mesmo.

Status de Alarme e Status de Falha

O relé reporta as condições que estão fora de tolerância através de um status de alarme ou um status de falha. Para condições que não comprometem as funções de proteção do relé, ainda que estejam além dos limites esperados, o relé emite um status de alarme e continua a operar. Uma condição fora de tolerância considerada crítica faz com que o relé declare o status de falha e passe a operar no estado de proteção desativada. Durante o estado de proteção desativada, o relé suspende o processamento dos elementos de proteção e o processamento das lógicas de abertura/fechamento, e desenergiza todas as saídas de controle. Quando desativado, o LED **ENABLED** (“ATIVADO”) do painel frontal não permanece aceso.

O relé sinaliza o status de alarme pulsando o *Relay Word bit* HALARM (“hardware alarm” – alarme de hardware) na lógica 1 durante 5 (cinco) segundos. Para um status de falha, o relé sela o *Relay Word bit* HALARM na lógica 1. Para prover uma indicação de status remota, conecte o contato b da saída OUT108 à entrada de alarme remoto de seu sistema de controle e programe equação de controle SELOGIC de saída para responder à NOT (SALARM OR HALARM). Consulte *Alarm Output na página U.2.45* para informações sobre a conexão dessa saída de alarme no SEL-421.

Se houver, repetidamente, o recebimento de status de alarmes, verifique as condições de operação do relé o mais rápido possível. Efetue ações preventivas antecipadas, durante o início da ocorrência de problemas potenciais, para evitar falhas no sistema. Para qualquer status de falha, contate o Suporte Técnico da SEL imediatamente (ver *Assistência da Fábrica na página U.6.46*).

O relé gera automaticamente um relatório do status nas portas seriais para uma condição de status de falha na autodiagnose, se o ajuste da Porta AUTO := Y. O relé emite uma mensagem de status com formato idêntico à saída do comando **STATUS** (ver *Status*), exceto se as informações da fonte de alimentação a partir da resposta **STA A** estiverem incluídas após as mensagens de erro da equação de controle SELOGIC.

O relé também exibe mensagens automáticas de status de alarme e status de falha no LCD do painel frontal. Use os comandos **STATUS** e **CSTATUS** das portas seriais, o botão **Status** na HMI do ACSELERATOR , e o menu RELAY STATUS (STATUS DO RELÉ) no painel frontal para exibir os status de alarmes e status de falhas. Consulte *STATUS na página R.9.45*, *Checking Relay Status na página U.4.13* e *RELAY STATUS na página U.5.30* para mais informações sobre notificações automáticas do status e sobre visualização do status do relé.

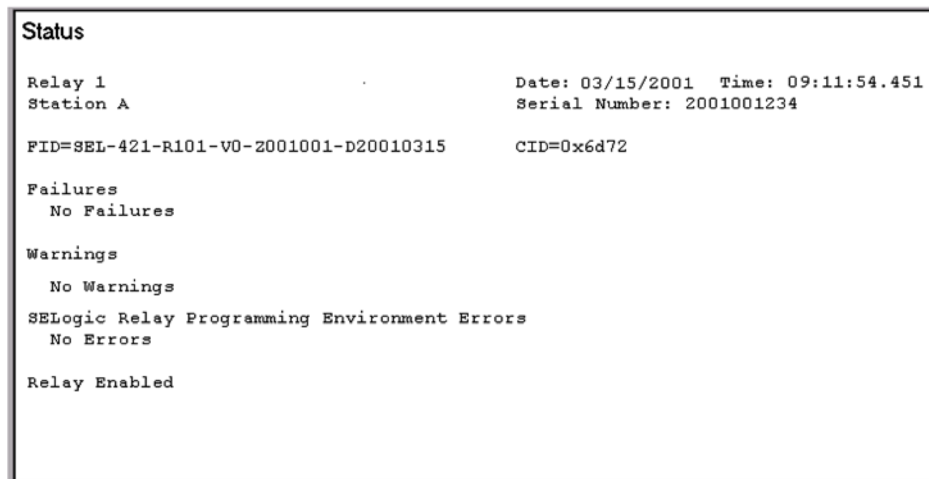
Status

A *Figura 6.31* é uma amostra da tela **STATUS** a partir da opção Status na tela da opção **HMI > Meter and Control** do ACSELERATOR (o relatório **STATUS** do terminal é similar). A *Figura 6.32* é o relatório **STATUS A** exibindo todas as informações do status de um terminal.

Número da Versão de Firmware

O relé exibe, na parte superior de cada relatório de status, o número da versão atual de firmware, o qual identifica o programa de software que controla as funções do relé. A versão de firmware é um designador de quatro espaços mostrado imediatamente depois do número do modelo do relé (os primeiros caracteres na linha de identificação do firmware). O primeiro caractere no número da versão do firmware de quatro espaços é R (representando "*Release*").

Por exemplo, na *Figura 6.31* e *Figura 6.32*, o número da versão de firmware é R101. A SEL numera, seqüencialmente, as versões ("*releases*") subseqüentes dos firmwares; a próxima revisão, seguinte à R101, é R102. Consulte *Appendix A: Firmware and Manual Versions* para informações sobre versões de firmware.


```
Status

Relay 1                                     Date: 03/15/2001   Time: 09:11:54.451
Station A                                   Serial Number: 2001001234

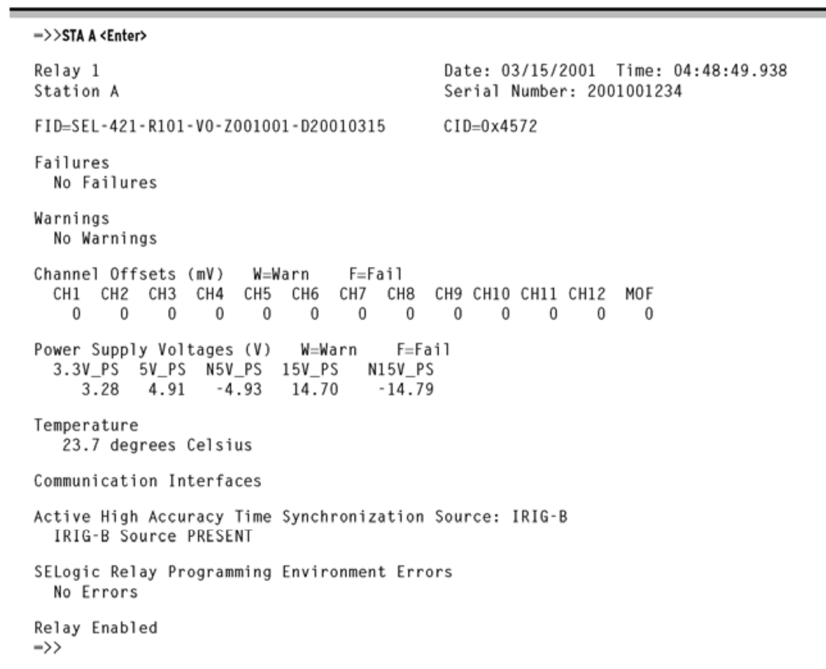
FID=SEL-421-R101-V0-Z001001-D20010315       CID=0x6d72

Failures
  No Failures

Warnings
  No Warnings
SELogic Relay Programming Environment Errors
  No Errors

Relay Enabled
```

Figura 6.31 Status do Relé: HMI do ACSELERATOR


```
=>>STA A <Enter>

Relay 1                                     Date: 03/15/2001   Time: 04:48:49.938
Station A                                   Serial Number: 2001001234

FID=SEL-421-R101-V0-Z001001-D20010315       CID=0x4572

Failures
  No Failures

Warnings
  No Warnings

Channel Offsets (mV)   W=Warn    F=Fail
  CH1  CH2  CH3  CH4  CH5  CH6  CH7  CH8  CH9 CH10 CH11 CH12  MOF
    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0    0

Power Supply Voltages (V)   W=Warn    F=Fail
  3.3V_PS  5V_PS  N5V_PS  15V_PS   N15V_PS
     3.28   4.91   -4.93   14.70    -14.79

Temperature
   23.7 degrees Celsius

Communication Interfaces

Active High Accuracy Time Synchronization Source: IRIG-B
  IRIG-B Source PRESENT

SELogic Relay Programming Environment Errors
  No Errors

Relay Enabled
=>>
```

Figura 6.32 Status do Relé Obtido via Comando STATUS A, Exibindo as Informações de um Terminal

CSTAUS

O relé também reporta as informações de status no formato ASCII Comprimido quando o comando **CST** é dado. A mensagem de status no formato ASCII Comprimido está mostrada na *Figura 6.33*:

```
"RID","SID","FID","yyyy",

"relay_name","station_name","FID=SEL-xxx-x-Rxxx-Vx-Zxxxxxx-Dxxxxxxxx","yyyy"

"MONTH","DAY","YEAR","HOUR","MIN","SEC","MSEC","yyyy"

(Month),(Day),(Year),(Hour),(Min),(Sec),(MSec),"yyyy"

"CPU_RAM","CPU_Prog","SELBOOT","CPU_Settings","DSP_RAM","DSP","DSP_Chksum","DSP_TIME
    OUT","CPU_CARD_RAM","CPU_DSP_RAM","FRONT_PANEL","CAL_BOARD","Comm_Card","Comm_Ca
    rd_Code","QUART","Analog_Conv","IO_1","IO_2","IO_3","IO_4","yyyy"

(Ok or F),(Ok or F),(Ok or F),(Ok or F),(Ok or F),(Ok or F),(Ok or F),(Ok or F),(Ok
    or F),(Ok or F),(Ok or W), (Ok or W or F),(Ok or W),(ccrdh),(Ok or F),(Ok or
    F),(Ok or F),(Ok or F),(Ok or F),(Ok or F),"yyyy"

"AtoD_Offset","Master_Offset","3.3V_PS","5V_PS","N5V_PS","15V_PS","N15V_PS","Temp_St
    atus","Temp","FPGA","ADC_FPGA","yyyy"

(Ok or W),(Ok or W or F),(Ok or W or F),(Ok or W or F),(Ok or W or F),(Ok or W or
    F),(Ok or W or F),(Ok or W or F),(Temp value),(Ok or Fail),(Ok or Fail),"yyyy"

"Fast_Fiber_Port","MBA","MBB","Active_Time_Source","SELogic_Math","FM_Test","CCrd_Te
    st","DNP_Test","Event_Playback_Mode","Relay_Status","Port_F_Transp","Port_1_Tran
    sp","Port_2_Transp","Port_3_Transp","Port_4_Transp","Port_5_Transp","yyyy"
(Ok_or_F),(Inac or Ok or F),(Inac or Ok or F),(HIRIG or IRIG or " "), (Ok or F),
    (Enabled or Disabled),(Enabled or Disabled),(Enabled or Disabled),(Enabled or
    Disabled),(Enabled or Disabled),(F, 0 - 5),(F, 0 - 5),(F, 0 - 5),(F, 0 - 5),(F, 0
    - 5),(F, 0 - 5),"yyyy"
```

Figura 6.33 Mensagem de Status no Formato ASCII Comprimido

As definições para os itens e campos da configuração no formato ASCII Comprimido estão relacionadas a seguir:

- yyyy é a verificação da soma ("*checksum*")
- x é o texto na linha FID (Firmware ID)
- ccrd é o código hexa do cartão de comunicação
- (descrição) é o texto que o relé fornece
- (OK ou W ou F) é Normal (OK), alarme (Warning) ou falha (Failure), respectivamente.

A *Figura 6.34* é uma amostra da mensagem de status no formato ASCII Comprimido.

```
=>CST <Enter>

"RID","SID","FID","03e2"
"Relay 1","Station A","SEL-421-R101-V0-Z001001-D20010315","0e06"
"MONTH","DAY","YEAR","HOUR","MIN","SEC","MSEC","0ACA"
3,15,2001,13,2,26,938,"0437"
"CPU_RAM","CPU_Prog","SELBOOT","CPU_Settings","DSP_RAM","DSP","DSP_Chksum","DSP_
TIMEOUT","CPU_CARD_RAM","CPU_DSP_RAM","FRONT_PANEL","CAL_BOARD","Comm_Card","Com
m_Card_Code","QUART","Analog_Conv","IO_1","IO_2","3B86"
"Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok",,,"Ok","Ok","Ok","Ok
","12F8"
"AtoD_Offset","Master_Offset","3.3V_PS","5V_PS","N5V_PS","15V_PS","N15V_PS","Tem
p_Status","Temp","FPGA","ADC_FPGA","20C0"
"Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok","Ok",24.8,"Ok","Ok","0C9C"
"Fast_Fiber_Port","MBA","MBB","Active_Time_Source","SELogic_Math","FM_Test","CCr
d_Test","DNP_Test","Relay_Status","Port_F_Transp","Port_1_Transp","Port_2_Transp
","Port_3_Transp","Port_5_Transp","4029"
"Not_Installed","Inac","Inac"," ","Ok","Disabled","Disabled","Disabled","Enabled"
,"0","0","0","0","0","yyyy"
=>
```

Figura 6.34 Comando CST no formato ASCII Comprimido, em um Terminal

Solução de Problemas do Relé

Procedimento para Inspeção

Efetue por completo o seguinte procedimento de inspeção antes de desligar o sistema. Após ter terminado a inspeção, efetue os *Procedimentos para Solução de Problemas* (*"Troubleshooting Procedures"*).

Etapa 1. Confirme se a alimentação está ligada. Não desligue o relé.

Etapa 2. Meça e registre a tensão da potência de controle nos terminais **POWER** do relé marcados com + e – na régua de terminais do painel traseiro.

Etapa 3. Meça e registre as tensões de todas as entradas de controle.

Etapa 4. Meça e registre o estado de todas as saídas de controle.

Etapa 5. Inspecione a cablagem das portas de comunicação serial para certificar-se de que o dispositivo de comunicação está conectado a, pelo menos, uma porta de comunicação.

Procedimentos para Solução de Problemas

Os procedimentos para solução de problemas comuns estão relacionados na *Tabela 6.9*. A tabela apresenta cada sintoma, possíveis causas e correspondentes diagnoses/soluções. Os comandos associados do SEL-421 estão relacionados em letras maiúsculas/negrito. Veja *Section 9: ASCII Command Reference no Manual de Referência* para detalhes sobre os comandos do SEL-421 e *Section 10: Settings no Manual de Referência* para detalhes sobre os ajustes do relé.

Tabela 6.9 Procedimentos para Solução de Problemas (Folha 1 de 3)

Causa Possível	Diagnose/Solução
Painel Frontal Apagado	
A alimentação está desligada.	Verifique se a alimentação das baterias da subestação está operacional.
Não existe alimentação nas entradas.	Verifique se existe alimentação na régua de terminais do painel traseiro.
Queima do fusível da fonte de alimentação.	Substitua o fusível (consulte *Power Supply Fuse Replacement na página U.2.42*).
Ajuste ruim do contraste.	Pressione e segure **{ESC}** por dois segundos. Pressione os botões de pressão **{UP ARROW}** e **{DOWN ARROW}** para ajustar o contraste.
Relato de Status de Falha no Painel Frontal	
Falha na autodiagnose.	Contate o Suporte Técnico da SEL. Os contatos b da saída de controle do relé, OUT108, estarão fechados se você programou NOT HALARM para a saída OUT108 (ver *Alarm Output na página U.2.45*).
A Saída de Alarme é Ativada	
A alimentação está desligada.	Restabeleça a alimentação.
Queima do fusível da fonte de alimentação.	Substitua o fusível (consulte *Power Supply Fuse Replacement na página U.2.42*).
Falha na fonte de alimentação.	O LCD exibe a tela STATUS FAILURE. Contate o Suporte Técnico da SEL.

Causa Possível	**Diagnose/Solução**
Falha na placa principal ou na placa de interface.	O LCD exibe a tela STATUS FAILURE. Contate o Suporte Técnico da SEL.
Outra falha na autodiagnose.	O LCD exibe a tela STATUS FAILURE. Contate o Suporte Técnico da SEL.
O Sistema Não Responde aos Comandos	
Sem comunicação.	Confirme os tipos e conexões dos cabos. Se corretos, digite **<Ctrl+X> <Enter>**. Isso reseta o programa do terminal.
O dispositivo de comunicação não está conectado ao sistema.	Conecte o dispositivo de comunicação.
Velocidade dos dados (taxa baud) ou outros parâmetros de comunicação incorretos.	Configure os parâmetros das portas do terminal de acordo com os ajustes das portas do relé em particular. Use o painel frontal para verificar os ajustes das portas (ver *SET/SHOW na página U.5.26*).
NOTA: Se o ajuste da Porta PROTO := PMU, a respectiva porta serial não vai responder aos comandos ASCII. Adicionalmente, uma porta com ajuste PROTO := PMU não vai responder a quaisquer mensagens se o ajuste Global EPMU : = N.	
Cabos de comunicação incorretos.	Use os cabos de comunicação SEL, ou cabos que foram instalados de acordo com as especificações SEL (ver *Communications Ports Connections na página U.2.48*).
Erro na cablagem das comunicações.	Verifique as conexões dos cabos.
Conflito na troca de dados da linha (“*handshake line conflict*”); o sistema está tentando transmitir informações, mas não consegue.	Verifique a cablagem das comunicações. Use os cabos de comunicação SEL, ou cabos que foram instalados de acordo com as especificações SEL (ver *Communications Ports Connections na página U.2.48*).
O sistema está no estado XOFF, interrompendo as comunicações.	Digite **<Ctrl+Q>** para colocar o sistema no estado XON.
O Terminal Exibe Caracteres Sem Sentido	
A velocidade dos dados (taxa baud) está ajustada incorretamente.	Verifique a configuração dos parâmetros do terminal (ver *Communications Ports Connections na página U.2.48*).
A emulação para terminal não está adequada.	Tente outros tipos de terminal, incluindo as emulações de terminal VT-100 e VT-52.
O Sistema Não Responde às Faltas	
O relé está ajustado incorretamente.	Verifique os ajustes do relé (ver *Section 1: Protection Application Examples in the Applications Handbook*).
Ajustes de teste incorretos.	Restabeleça os ajustes de operação.
Erro na fiação da conexão dos TPs ou TCs.	Confirme a fiação dos TPs e TCs.
Erros na rotação e faseamento das correntes e tensões de entrada.	Use a medição do relé. Use o comando **TRI** para disparo (“*trigger*”) do evento e analise o relatório de evento gerado (ver *Examining Metering Quantities na página U.4.35*).
O cabo de conexão *multipin* (*flat multipin ribbon*) das entradas analógicas, instalado entre a placa do módulo de entrada e a placa principal, está solto ou com defeito.	Instale novamente ambas as extremidades do cabo das entradas analógicas, observando as precauções de ESD apropriadas (ver *Installing Optional I/O Interface Boards na página U.2.16*).

Causa Possível	Diagnose/Solução
Verifique o status da autodiagnose do relé.	Efetue ação preventiva de acordo com as informações dos Status de Alarme e Status de Falha do relé (ver *Autodiagnoses do Relé na página U.6.40* e *Checking Relay Status na página U.4.13*).
O Relé de Saída de Trip Permanece Fechado Após uma Falta	
A fiação das entradas de controle dos contatos auxiliares está incorreta.	Verifique a fiação dos contatos auxiliares do disjuntor.
Os contatos do relé da saída de controle queimaram, permanecendo fechados.	Remova a alimentação do relé. Retire a conexão da saída de controle. Verifique a continuidade; os contatos tipo a vão estar abertos e os contatos tipo b vão estar fechados. Contate o Suporte Técnico da SEL se houver falha na verificação da continuidade.
Falha na placa de interface das I/Os.	O LCD exibe a tela STATUS FAILURE. Contate o Suporte Técnico da SEL.
Status de Alarme da Tensão da Fonte de Alimentação	
A(s) tensão (ões) da fonte de alimentação está fora do limite de tolerância.	Registre o Status de Alarme. Se ocorrerem alarmes repetidos, efetue uma ação preventiva.
Falha no conversor A/D.	O LCD exibe a tela STATUS FAILURE. Contate o Suporte Técnico da SEL.
Status de Falha da Tensão da Fonte de Alimentação	
A(s) tensão (ões) da fonte de alimentação está fora do limite de tolerância.	O LCD exibe a tela STATUS FAILURE. Contate o Suporte Técnico da SEL.
Falha no conversor A/D.	O LCD exibe a tela STATUS FAILURE. Contate o Suporte Técnico da SEL.
Status de Alarme A/D OFFSET WARN	
O cabo de conexão entre a placa do módulo de entrada e a placa principal está solto.	Instale novamente ambas as extremidades do cabo das entradas analógicas.
Desvio no conversor A/D.	Registre o Status de Alarme. Se ocorrerem alarmes repetidos, contate o Suporte Técnico da SEL.
Desvio no *offset* master.	O LCD exibe a tela STATUS FAILURE. Contate o Suporte Técnico da SEL.
Erros na Data/Hora	
Erro na fonte de tempo externa IRIG.	Verifique os cabos ou a fonte de tempo IRIG-B. Verifique o comando **TIME Q** ou a tela HMI SET / SHOW | Date/Time.
O cabo 1k PPS ainda está conectado.	Remova o cabo 1k PPS (ver *Configuring High-Accuracy Timekeeping na página U.4.75*).
IRIG-B conectada à entrada BNC incorreta.	Certifique-se de que está sendo usado o conector BNC correto. Ver *Figura 4.61 na página U.4.77*.
Um erro na fonte de tempo de baixa prioridade.	Verifique a última atualização da fonte (comando **TIME Q** ou a tela HMI SET / SHOW | Date/Time). Ver *Tabela 4.9 na página U.4.75*.
Falha na bateria de lítio do relógio.	Verifique se a bateria falhou antes de substituí-la – ela deve durar uns 10 anos se o relé estiver energizado. Ver *Battery-Backed Clock na página U.2.12*.

Assistência da Fábrica

Apreciamos o seu interesse nos produtos e serviços da SEL. Se houver qualquer dúvida ou comentário, por favor entre em contato com:

SEL - Schweitzer Engineering Laboratories, Brasil Ltda
Rua Ana Maria de Souza, 61 – Jardim Santa Genebra
Campinas – SP – CEP: 13084-660
Tel: (19) 2103-8111 • Fax: (19) 2103-8119
Internet: www.selinc.com.br • e-mail: selbr@selinc.com

SUPORTE TÉCNICO SEL HOT LINE
Tel: (19) 2103-8110
e-mail: suporte@selinc.com